

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

Campus de Diadema

GUSTAVO GABRIELE DE GASPARI

USO DE HABITAT E REPRODUÇÃO DE *CYCLORAMPHUS*  
*BORACEIENSIS* (ANURA, CYCLORAMPHIDAE)

DIADEMA

2019

GUSTAVO GABRIELE DE GASPARI

USO DE HABITAT E REPRODUÇÃO DE *CYCLORAMPHUS*  
*BORACEIENSIS* (ANURA, CYCLORAMPHIDAE)

Dissertação apresentada, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Ecologia e Evolução, ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu do Instituto de Ciências Ambientais, Químicas e Farmacêuticas da Universidade Federal de São Paulo – Campus Diadema.

Orientadora: Profa. Dra. Cinthia Aguirre Brasileiro

DIADEMA

2019

Gaspari, Gustavo Gabriele de

Uso de habitat e reprodução de *Cycloramphus boraceiensis* (Anura, Cycloramphidae) / Gustavo Gabriele de Gaspari. – –  
Diadema, 2019  
53 f.

Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Ecologia & Evolução) -  
Universidade Federal de São Paulo - Campus Diadema, 2019.

Orientadora: Cinthia Aguirre Brasileiro

1. Amphibia 2. Mata Atlântica 3. Riacho 4. Investimento reprodutivo 5.  
Sitio de ocorrência. I. Título.

CDD 597.8

## **Agradecimento**

Gostaria de agradecer primeiramente a minha orientadora profa. Dra. Cinthia Aguirre Brasileiro pela oportunidade de realizar o mestrado e pelo enorme aprendizado e paciência durante esses dois anos. Um agradecimento mais do que especial a CAPES pela bolsa de mestrado, sem essa bolsa não seria possível realizar esta etapa tão importante em minha formação, muito obrigado por investir em tópicos tão importantes para o desenvolvimento da nação. Outra pessoa que foi fundamental para a realização deste trabalho foi o prof. Dr. Celio Haddad com o auxílio financeiro juntamente com a FAPESP, que proporcionaram minhas idas a campo para realizar as coletas. Um abraço especial a todos os funcionários do PESM Caraguatatuba pelo excelente trabalho de proteção e conservação da biodiversidade e pela oportunidade de utilizar as dependências para realizar minhas coletas e me abrigar durante este período, em especial ao Miguel Nema, gestor do parque.

Gostaria de agradecer imensamente a todos os professores do programa de pós-graduação em Ecologia e Evolução da Universidade Federal de São Paulo por todo o aprendizado e dedicação mesmo diante de adversidades e diante do atual cenário de nosso país em relação a educação e pesquisa. Um agradecimento especial ao pessoal do Laboratório 15 pelo espaço disponibilizado e principalmente pelo convívio e aprendizado. Não poderia deixar de agradecer a todos os funcionários da Unifesp Diadema pelos serviços prestados, desde o segurança, a cozinheira do bandeirão.

Durante esses dois anos tive o prazer de conviver com pessoas especiais dentro da Unifesp e que se tornaram grandes amigos durante esta jornada, em especial um enorme abraço ao Guilherme Cavicchioli, Jade Lima, Camila Marques, Wellington Palhares, Josi Cardoso, Henrique Chinareli, Danilo Giacometti e Marcel.

Um agradecimento gigantesco a todos que me ajudaram durante as coletas de campo: Gilberto Azevedo, Gustavo Figueroa, Camila Gil, Flora Ortiz, Daniel Oliveira, Guilherme Cavicchioli, Rodrigo Gabriele, Vinicius Marinheiro, Mariana Junqueira, Bruno Chahad, Paula Ho e Adriano Gaspari. Em especial ao Gilberto por ter me acompanhado em diversas campanhas! Também gostaria de agradecer aos meus pais Cinthia e Roque por me proporcionarem todo amor e carinho, além de educação durante minha vida, sem vocês eu não seria nada. Outra pessoa que foi fundamental foi minha avó Dona Ângela Gabriele que cedeu sua casa em Caraguatatuba para a acomodação da equipe de campo e que serviu como base para o estoque de equipamentos. Um abraço aos meus avós Roque e Lourdes pelo carinho e curiosidade com a minha pesquisa e por serem parte desta etapa tão importante. Por fim gostaria de agradecer todos meus amigos por me tornarem essa pessoa tão feliz e rodeada de amigos incríveis, sem vocês minha vida seria totalmente sem graça e sem sentido. Viva a ciência, o conhecimento e a educação!

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## RESUMO

O período e a duração do ciclo reprodutivo dos anuros estão frequentemente relacionados a estrutura do habitat e às condições climáticas. Espécies que ocorrem em corpos d'água permanentes geralmente possuem período reprodutivo mais longo do que as espécies que reproduzem em ambientes temporários. *Cycloramphus boraceiensis* é endêmica da Mata Atlântica e ocorre em riachos encachoeirados. O objetivo deste estudo foi investigar o uso de habitat e a reprodução de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba. As coletas e observações em campo foram realizadas mensalmente entre novembro de 2017 e dezembro de 2018. Todos indivíduos registrados foram marcados por amputação de artelhos, tiveram o Comprimento rostro-cloacal (CRC) e a massa corpórea medidos e foram soltos em dois riachos. Foram capturados 134 adultos, com 21% de recaptura neste período. Os machos foram encontrados com maior frequência em sítios cobertos por rochas e fêmeas em sítios expostos. Machos e fêmeas foram frequentemente encontrados em rochas úmidas próximas ao riacho. Machos e fêmeas recapturados apresentaram aumento do CRC, porém apresentaram tanto ganho quanto perda de massa corpórea. Temperatura e precipitação não influenciaram na ocorrência de machos e fêmeas. As fêmeas foram maiores do que os machos apenas na estação chuvosa. O esforço reprodutivo de machos e fêmeas foi constante ao longo das estações do ano, porém os machos apresentaram maior número de espermatozoides na estação chuvosa. Este mostrou uma alta taxa de recaptura dos indivíduos indicando fidelidade aos sítios de ocorrência. Além disto, *C. boraceiensis* apresenta indicativos de reproduzir durante todo o ano, diferindo da grande maioria das espécies neotropicais de anuros que possuem reprodução sazonal.

**Palavra-chave:** Amphibia; Mata Atlântica; Riacho; Investimento reprodutivo; Sítio de ocorrência.

## ABSTRACT

The period and duration of the anuran reproductive cycle are often related to habitat structure and climatic conditions. Species that occur in permanent water bodies usually have a longer reproductive period than species that reproduce in temporary environments. *Cycloramphus boraceiensis* is endemic to the Atlantic Forest and occurs in shrouded streams. The objective of this study was to investigate the habitat use and reproduction of a population of *Cycloramphus boraceiensis* in Serra do Mar State Park - Caraguatatuba Nucleus. Field surveys and observations were performed monthly between November 2017 and December 2018. All registered individuals were marked by amputation of toes, had rostro-cloacal length (CRC) and body mass measured and were released into two streams. 134 adults were captured, with 21% recapture in this period. Males were found most often at rock-covered sites and females at exposed sites. Males and females were often found in damp rocks near the stream. Recaptured males and females had increased CRC, but had both gain and loss of body mass. Temperature and precipitation did not influence the occurrence of males and females. Females were larger than males only in the rainy season. The reproductive effort of males and females was constant throughout the seasons of the year, but males had higher number of sperm in the rainy season. This showed a high recapture rate of individuals indicating fidelity to the sites of occurrence. In addition, *C. boraceiensis* shows indications of reproduction throughout the year, differing from the vast majority of neotropical species of anurans that have seasonal reproduction.

**Keyword:** Amphibia; Atlantic Forest; Stream; Reproductive investment; Site of occurrence.

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Riachos onde foram realizadas as coletas e observações de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba; A) Riacho Pequeno; B) Riacho da Ponte Quebrada; C) Riacho do Tombo; D) Riacho da Ponte Grande..... 15

**Figura 2:** Vista aérea dos riachos onde foram feitas as amostragens de *Cycloramphus boraceiensis*, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, São Paulo. (A=Riacho da Ponte Grande; B=Riacho Mais Perto; C=Riacho do Tombo; D=Riacho da Ponte Quebrada). ..... 15

**Figura 3:** Temperatura média e pluviosidade acumulada para o período de coleta entre de novembro de 2017 a outubro de 2018, dados de precipitação fornecidos pela Estação Meteorológica Tamoios Km 59, a 11 km de distância do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, São Paulo, Brasil (linha cinza = temperatura; barras pretas = pluviosidade). ..... 16

**Figura 4:** Categorias referentes à descrição do sítio de ocorrência dos indivíduos de *Cycloramphus boraceiensis*: I) cobertura do sítio de captura (A= sítio coberto; B= sítio descoberto) e II) distância da água (C), onde a marcação branca representa a distância do indivíduo em relação ao corpo d'água). ..... 18

**Figura 5:** Número de machos e fêmeas de *Cycloramphus boraceiensis* capturados no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP) entre novembro de 2017 e outubro de 2018. .... 21

**Figura 6:** A) Distância da água (cm) e B) distância da margem (cm) de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis*, na estação chuvosa (outubro a março) e estação seca (abril a setembro) nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar– Núcleo Caraguatatuba (SP). (A linha horizontal dentro das caixas representa a mediana, as linhas verticais representam os limites superior e inferior e as caixas representam o primeiro e terceiro quartis). ..... 24

**Figura 7:** Número de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* registrados nas estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). .... 25

**Figura 8:** Número de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* registrados em sítios cobertos e descobertos durante as estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro) nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). ..... 26

**Figura 9:** Influência de temperatura (Co) e precipitação (mm) na ocorrência de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* registrados nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP), entre novembro de 2017 e outubro de 2018. .... 27

**Figura 10:** A) Comprimento médio rostro-cloacal (mm) e B) massa corpórea média (g) de machos e fêmeas de *Cycloramphus boraceiensis* durante todo o ano, e nas estações chuvosa e seca no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba. .... 28

**Figura 11:** A) Dimorfismo sexual em comprimento rostro-cloacal (macho a esquerda e fêmea a direita); B) presença de glândula inguinal (seta vermelha) em machos de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba..... 29

**Figura 12:** A) Relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e massa das gônadas (g); B) relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e número de ovócitos; C) relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e diâmetro médio de ovócitos (mm) e D) relação entre número de ovócitos e diâmetro médio de ovócitos (mm) de fêmeas de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba..... 30

**Figura 13:** A) Relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e massa das gônadas (g); B) relação entre massa do testículo (g) e número de espermatozoides/ml  $\times 10^6$  de machos de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba.... 33



## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Coordenadas geográficas e área de amostragem de riachos do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP) onde foram estudados o uso de habitat e reprodução de *Cycloramphus boraceiensis*..... 14

**Tabela 2:** Número de machos e fêmeas capturados/(recapturados) e razão sexual mensal (machos/fêmeas) e na população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba, SP. .... 22

**Tabela 3:** Variação massa dos ovócitos, número de ovócitos e diâmetro dos ovócitos de fêmeas com ovócitos de *Cycloramphus boraceiensis* para as estações chuvosa e seca, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). Média  $\pm$  DP (amplitude) e valor de p estatístico referente ao Teste T (\*p < 0,05). .... 31

**Tabela 4:** Variação massa do testículo, número médio de espermatozoides e esforço reprodutivo de machos de *Cycloramphus boraceiensis* para as estações chuvosa e seca, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). Média  $\pm$  DP (amplitude) e valor de p estatístico referente ao Teste T (\*p < 0,05). .... 32

## SUMÁRIO

<b>1-</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
<b>2-</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>14</b>
	2.1 - Área de Estudo	14
	2.2- Coleta de dados em campo	16
	2.3- Dimorfismo sexual e Investimento reprodutivo de machos e fêmeas	18
	2.4- Análises estatísticas	19
<b>3-</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>20</b>
	3.1- Características dos adultos	20
	3.2- Uso de habitat	23
	3.3- Influência de fatores meteorológicos na ocorrência de machos e fêmeas	26
	3.4- Dimorfismo sexual e investimento reprodutivo	27
<b>4-</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>34</b>
<b>5-</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>38</b>
<b>6-</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>39</b>
<b>7-</b>	<b>ANEXO</b>	<b>51</b>

## 1- INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é uma formação vegetal complexa constituída por diversos ecossistemas e está distribuída ao longo do leste do território brasileiro, no Paraguai e nordeste da Argentina, compondo a segunda maior área de floresta tropical úmida da América do Sul (Câmara, 2003). A Mata Atlântica é um dos *hotspots* mundiais prioritários para conservação biológica (Myers et al., 2000; Mittermeier et al., 2011). É o bioma brasileiro com a maior biodiversidade de anuros (Haddad et al., 2013; Silva et al., 2017) e com maior número de espécies endêmicas (Haddad et al., 2013). Além disto, este é um dos biomas que mais sofre em relação a fragmentação e perda de vegetação original (Myers et al., 2000; Ribeiro et al., 2009; IBGE, 2016) consequentemente, as alterações na vegetação natural podem influenciar em mudanças na estrutura dos ecossistemas, assim afetando o clima (Lawton et al., 2001) e os ciclos hídricos (Ferreira et al., 2019). Ademais, devido a ampla distribuição latitudinal da Mata Atlântica há uma ampla variação climática ao longo de sua distribuição, o que possibilita a ocupação do bioma por espécies de climas mais frios, a clima tropicais (Haddad et al., 2013).

Presente no bioma Mata Atlântica, a Serra do Mar é uma cadeia montanhosa com a extensão de mais de 1.000 km, estendendo-se do sul do estado do Rio de Janeiro ao norte do estado do Santa Catarina (Almeida & Carneiro, 1998). Essa é uma área de extrema importância biológica que cobre aproximadamente 8% do bioma Mata Atlântica e responde por mais de 13% da floresta remanescente (Ribeiro et al., 2009). Pelo fato de a Serra do Mar apresentar um relevo bastante acidentado com altitudes que variam desde o nível do mar a mais de 2.000 m é considerada um ambiente com grande número de habitats e micro-habitat (Malagoli, Haddad & Sawaya, 2018), o que favorece um alto número de espécies de anuros que apresentam habitat específico (Vasconcelos et al., 2014; Campos & Lourenco-de-Moraes, 2017). Além disso, há um alto grau de isolamento entre as populações, devido a presença de barreiras biogeográficas como rios e montanhas (Haddad et al., 2013), o que

resulta em uma alta diversidade de espécies, se tornando um local com elevado grau de endemismo (Malagoli, Haddad & Sawaya, 2018).

Fatores meteorológicos como temperatura, precipitação e umidade apresentam um importante papel nas atividades dos anuros (Wells, 1977; Dastansara et al., 2017; Valencia-Zuleta, Valdujo & Maciel, 2017). Por possuírem pele permeável, a umidade é essencial na prevenção contra a desidratação e dessecação (Young et al., 2005), que podem influenciar em atividades como desempenho locomotor (Titon Jr. et al., 2010). A precipitação, além de influenciar na umidade local, está bastante relacionada com atividades reprodutivas dos anuros, visto que a maioria das espécies utilizam ambientes aquáticos para a reprodução e desenvolvimento dos girinos (Toledo & Haddad, 2005; Pereira & Maneyro, 2016). Outro fator abiótico associado com atividade de anuros é a temperatura, pois além de estar ligado a limites de distribuição geográfica (Araujo & Pearson, 2005), também influencia em alterações metabólicas (Davies, McGeoch & Clusella-Trullas, 2015) e desenvolvimento dos girinos (Mosavi et al., 2017).

As variações climáticas na temperatura e precipitação estão frequentemente relacionadas ao período anual e a duração das atividades reprodutivas dos anuros (Wells, 1977; Bertoluci & Rodrigues, 2002; Gottsberger & Gruber, 2004). Para os anuros são reconhecidos dois padrões extremos de atividade reprodutiva: o padrão explosivo e o padrão prolongado (Wells, 1977). Padrões explosivos correspondem a espécies que apresentam um curto período reprodutivo, que geralmente dura um dia ou alguns dias consecutivos. Este padrão é caracterizado pela chegada sincrônica de machos e fêmeas ao sítio reprodutivo e geralmente há busca por parceiros realizada pelos machos (Wells, 1977). Já o padrão prolongado é caracterizado por um maior período reprodutivo, geralmente por três ou mais meses consecutivos, e é definido pela chegada assincrônica de machos e fêmeas e por defesa de território realizada por machos (Wells, 1977). As pressões seletivas que favorecem a expressão desses padrões não estão totalmente esclarecidas, porém em muitas espécies, a duração do ciclo pode ser limitada por variáveis climáticas e pela disponibilidade de sítios para reprodução (Wells, 1977; Donnelly & Guyer, 1994; Bertoluci & Rodrigues, 2002; López, Scarabotti & Ghirardi, 2011). Nas florestas tropicais, os anuros tendem a apresentar ciclos contínuos de reprodução, todavia

a maior atividade reprodutiva pode ocorrer durante o período em que a precipitação e temperatura são mais altas (Toledo, Zina & Haddad, 2003; Ávila & Ferreira, 2004; Pereira, Abadie & Maneyro, 2015).

As variações sazonais nos fatores meteorológicos podem afetar a estrutura do habitat, o que conseqüentemente pode causar mudanças na disponibilidade de recursos, além de causar diferentes conseqüências em anuros conforme seu grau de desenvolvimento, sexo e estágio reprodutivo (Bolnick et al., 2003; Browne & Paskowski, 2014). Portanto, essas mudanças sazonais no habitat podem influenciar no período de atividade reprodutiva dos anuros devido a qualidade dos recursos (Wells, 1977). Para espécies que reproduzem em ambientes permanentes, como riachos, há disponibilidade de água constante, e, portanto, não há limitação de micro-habitat para a deposição dos ovos e desenvolvimento dos girinos (Zina & Haddad, 2006). Dito isto, espécies que ocorrem em corpos d'água permanentemente sombreados, com alta umidade durante a maior parte do ano, geralmente mostram um longo período reprodutivo (Caldart et al., 2016). Assim, em ambientes com umidade constante, a temperatura pode ser o fator limitante para a reprodução (Kaefer, Both & Cechin, 2009). Tais padrões sazonais tornam-se aparentes no ciclo anual das gônadas, com alternância entre períodos de maior e menor atividade reprodutiva (Jorgensen, 1992; Santos & Oliveira, 2007; Montezol & Ferreira, 2015).

O investimento reprodutivo é a proporção de recursos que um organismo gasta para atividades reprodutivas em um determinado período (Gadgil & Bossert, 1970). Para fêmeas há evidências de que o maior tamanho corpóreo favorece a um maior sucesso reprodutivo devido a capacidade de produzir um maior número de descendentes (Castellano, Cucco & Giacoma, 2004; Rodrigues, Uetanabaro & Lopes, 2004; Prado & Haddad, 2005). Para machos existem alguns estudos que relacionam um maior investimento reprodutivo a espécies com comportamento de poliandria simultânea (Haddad & Prado, 2003), por outro lado, um menor investimento reprodutivo seria esperado para espécies de anuros que desovam em locais de difícil acesso, interpretado como resultado de um menor risco de poliandria (Haddad & Prado, 2003). Além disso, devido a fatores endógenos e exógenos pode haver variações sazonais no investimento reprodutivo (Díaz-Páez & Ortiz, 2001; Leivas, Mayer & Fávaro, 2018). Dito isto,

a distribuição de recursos para atividade reprodutiva pode afetar a quantidade de recursos disponíveis para outras atividades, como crescimento, sobrevivência e para futuras reproduções (Quiroga & Sanabria, 2012). Em vista disso, a alocação de recursos para reprodução deve ser balanceada (Castellano et al., 2004).

Outro fator comumente relacionado as atividades reprodutivas dos anuros é o dimorfismo sexual em tamanho do corpo, no qual um dos sexos pode apresentar maior tamanho corpóreo do que o outro (Shine, 1979; Otero et al., 2017). Em aproximadamente 90% das espécies de anuros estudadas, as fêmeas apresentam tamanho corpóreo superior ao dos machos (Shine, 1979). Uma das hipóteses que visa explicar esta observação associa o tamanho das fêmeas com a maior fecundidade (Prado & Haddad, 2005) e maior longevidade, já que há maior taxa de mortalidade em machos devido a maior exposição a predadores (Shine, 1988; Liao et al., 2015). Por outro lado, em espécies em que os machos são maiores do que as fêmeas geralmente há embates físicos e disputas territoriais entre os machos, favorecendo indivíduos maiores (Tsuji & Matsui, 2002; Kupfer, 2007). Posto que o tamanho corporal é importante para entender o dimorfismo sexual em anuros, a variação sazonal no comprimento rostro-cloacal (CRC) pode ser uma medida utilizada para determinar a estrutura etária da população, já que, o tamanho corpóreo pode refletir a idade dos indivíduos (Duellman & Treub, 1994; Otero et al., 2017).

O gênero *Cycloramphus* (Cycloramphidae) é endêmico da Mata Atlântica e compreende 28 espécies (Frost, 2019). Estas estão divididas em cinco grupos taxonômicos com base em caracteres morfológicos (Heyer, 1983): *bolitoglossus* e *eleutherodactylus*, *ohausi*, *granulosus* e *fuliginosus* (Heyer, 1983). As espécies dos grupos *bolitoglossus* e *eleutherodactylus* são terrestres, depositam seus ovos em habitats úmidos, possuem girinos endotróficos que completam o desenvolvimento em ambiente terrestre (Heyer & Crombie, 1979; Heyer, 1983). Por outro lado, as espécies dos grupos *fuliginosus*, *granulosus* e *ohausi* são aquáticas, depositam os ovos em rochas úmidas ou vegetação próximas ao curso d'água, e possuem girinos exotróficos e semi-terrestres (Heyer, 1983; Giaretta & Cardoso, 1995).

*Cycloramphus boraceiensis* ocorre entre o sudeste do estado do Rio de Janeiro e o litoral norte do estado de São Paulo, incluindo as ilhas Grande (RJ) e São Sebastião (SP) (Frost, 2019). As populações de *C. boraceiensis* ocorrem principalmente em riachos encachoeirados em matas primárias ou secundárias (Carvalho-e-Silva & Pimenta, 2004). Os machos vocalizam durante o ano todo, com picos reprodutivos entre os meses de setembro e maio (Hartmann, 2004; Heyer, 1990). Durante a reprodução, os ovos são depositados sobre rochas úmidas ou com filete de água doce, o macho exerce cuidado parental sobre as desovas (Giaretta & Facure, 2003), e, após a eclosão, os girinos semiterrestres são encontrados nas rochas dos riachos (Giaretta & Facure, 2003).

O objetivo deste estudo foi investigar o uso de habitat e reprodução de uma população de *Cycloramphus boraceiensis*. Pretendo responder as seguintes perguntas: I) O uso do habitat de *C. boraceiensis* varia durante as estações chuvosa e seca? II) Como os fatores meteorológicos influenciam a atividade de *C. boraceiensis*? III) Há variação no tamanho médio corpóreo de machos e fêmeas de *C. boraceiensis* entre as estações? IV) Há variação no investimento reprodutivo de machos e fêmeas entre as estações?

Dado que na estação chuvosa o volume de água dos riachos é maior e a umidade não é um fator limitante para anfíbios que vivem em riachos, testei as seguintes hipóteses: H1) os indivíduos de *C. boraceiensis* ocorrerão mais próximos das margens durante a estação chuvosa; H2) a temperatura tem uma importância maior do que a umidade na atividade de *C. boraceiensis*; e H3) o maior investimento reprodutivo das fêmeas ocorrerá na estação chuvosa quando as temperaturas são altas.

## 2- MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 - Área de Estudo

O estudo foi realizado em quatro riachos do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) - núcleo de Caraguatatuba (Tabela 1, Figura 1), litoral norte do estado de São Paulo, (Figura 2). O núcleo é composto por 35.947 ha de Mata Atlântica, correspondendo a 10% de todo o território do Parque Estadual Serra do Mar (SMA, 2019). O clima de Caraguatatuba é tropical chuvoso com chuvas o ano todo (AC), segundo a classificação Koppen (1948). Entre novembro de 2017 e outubro de 2018, a temperatura média do ar mais alta foi registrada em janeiro ( $23,46^{\circ}\text{C} \pm 2,01$ ) e a mais baixa em julho ( $15,96^{\circ}\text{C} \pm 3,36$ ), (Figura 3). A precipitação total anual foi de 1.370 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso (159,3 mm) e agosto o mais seco (2,7 mm) (Figura 3).

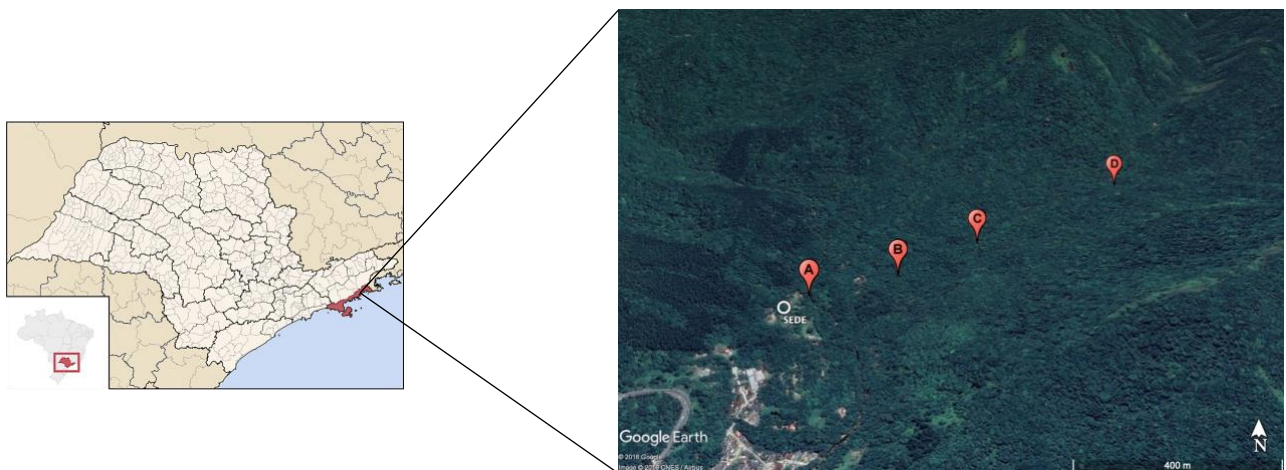
**Tabela 1:** Coordenadas geográficas e área de amostragem de riachos do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP) onde foram estudados o uso de habitat e reprodução de *Cycloramphus boraceiensis*.

Riachos	Coordenadas geográficas	Área de amostragem (m <sup>2</sup> )
Ponte Grande	23°35'38.11"S; 45°25'45.71"O	2000
Pequeno	23°35'34.87"S; 45°25'35.71"O	3000
Tombo	23°35'30.28"S; 45°25'27.76"O	1000
Ponte Quebrada	23°35'21.20"S; 45°25'9.85"O	2000

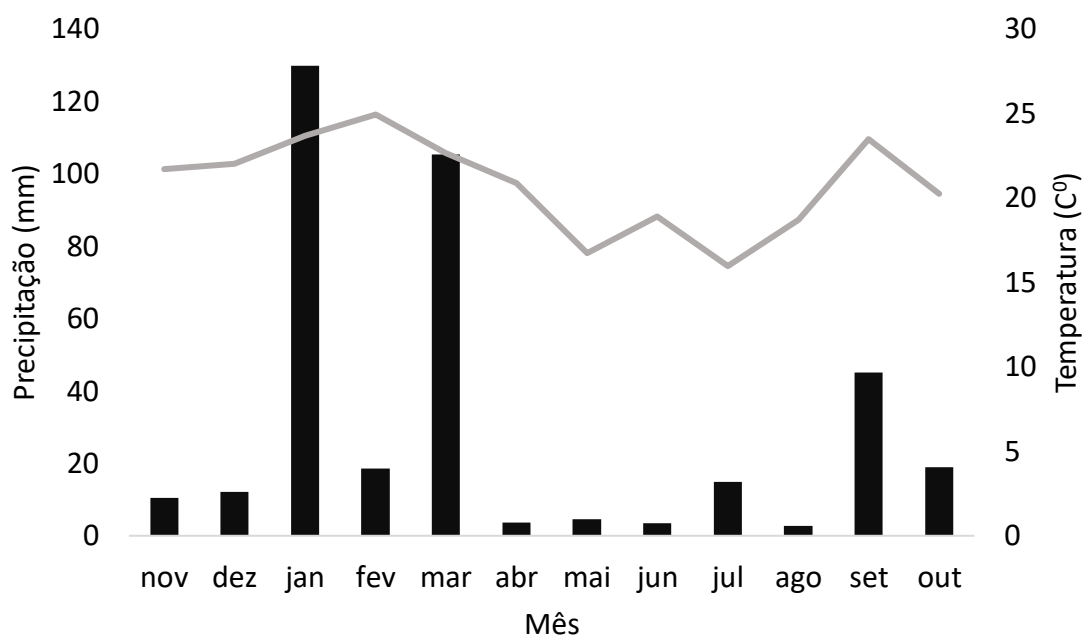




**Figura 1:** Riachos onde foram realizadas as coletas e observações de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba; A) Riacho Pequeno; B) Riacho da Ponte Quebrada; C) Riacho do Tombo; D) Riacho da Ponte Grande.



**Figura 2:** Vista aérea dos riachos onde foram feitas as amostragens de *Cycloramphus boraceiensis*, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, São Paulo. (A=Riacho da Ponte Grande; B=Riacho Mais Perto; C=Riacho do Tombo; D=Riacho da Ponte Quebrada).



**Figura 3:** Temperatura média e pluviosidade acumulada para o período de coleta entre de novembro de 2017 a outubro de 2018, dados de precipitação fornecidos pela Estação Meteorológica Tamoios Km 59, a 11 km de distância do Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba, São Paulo, Brasil (linha cinza = temperatura; barras pretas = pluviosidade).

## 2.2- Coleta de dados em campo

Visitei o PESH-Caraguatatuba mensalmente entre novembro de 2017 e dezembro de 2018. A duração de cada visita noturna foi de três noites consecutivas (entre 18 e 24h), totalizando 36 noites de amostragem.

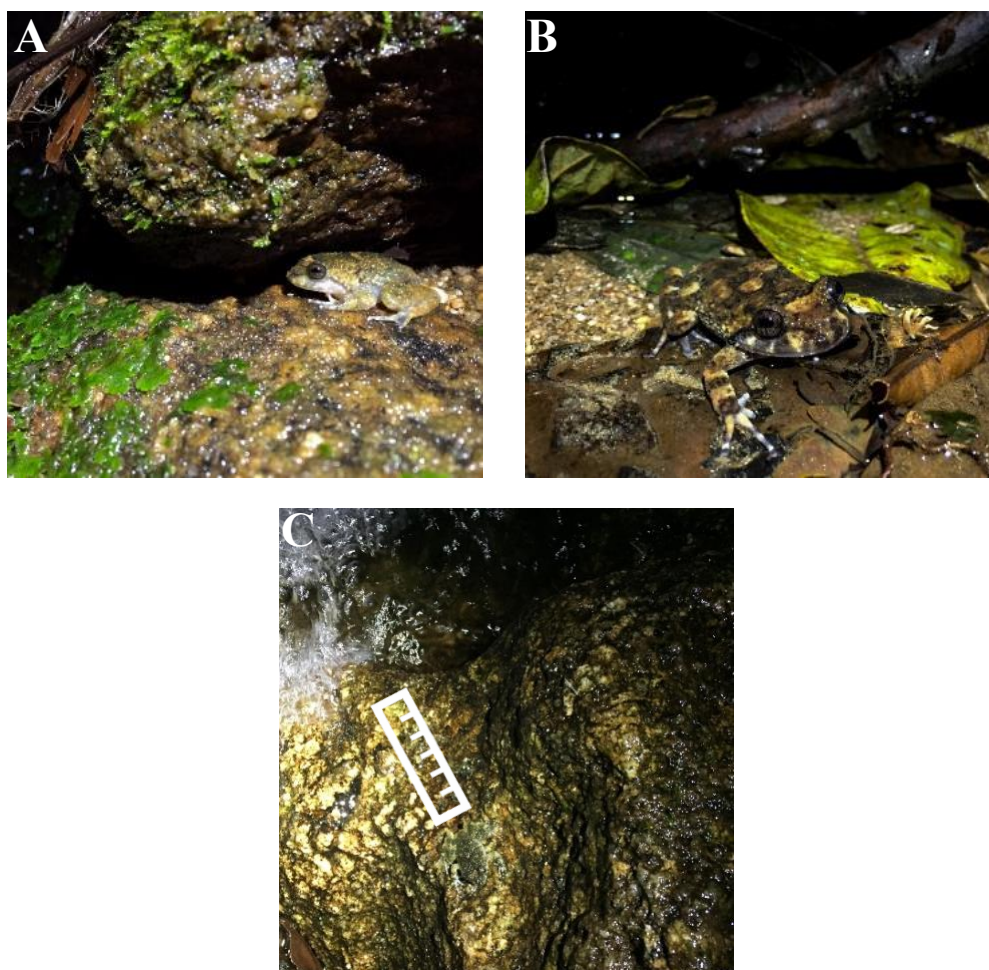
A cada visita anotei a localização e o número de machos e fêmeas da população de *Cycloramphus boraceiensis* nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno. Para cada indivíduo encontrado coletei as seguintes variáveis de micro-habitat: 1) distância do indivíduo em relação à água (cm), (Figura 4), 2) distância do indivíduo em relação à margem do riacho (cm), 3) tipo de substrato do sítio (rocha úmida, rocha seca e vegetação) e 4) cobertura do sítio de captura (coberto

= sítio de captura coberto por rocha, ou vegetação e descoberto = sem qualquer tipo de cobertura), (Figura 4). Após a caracterização do micro-habitat, capturei cada indivíduo e medi seu comprimento rostro-cloacal (CRC, mm) com auxílio de paquímetro digital (acurácia 0,01mm) e a massa (g) com auxílio de balança digital (acurácia de 0,01g). Marquei os indivíduos por amputação de artelhos (e.g. Waichman, 1992), com corte máximo de dois dedos por indivíduo e os soltei no mesmo local da captura.

Para avaliação da influência das variáveis meteorológicas na atividade de *C. boraceiensis*, utilizei a pluviosidade acumulada do período de amostragem (3 dias por mês) obtida pela Estação Meteorológica da Concessionária Tamoios Km 59, distante 11 km do local de estudo, e a média da temperatura do ar das três noites de amostragem obtidas nos riachos por meio de um termo-higrômetro portátil (Incoterm).

Para avaliar o dimorfismo sexual em comprimento rostro-cloacal (mm), massa corpórea (g) e o investimento reprodutivo, coletei cinco machos e cinco fêmeas mensalmente entre janeiro e dezembro de 2018 nos riachos da Ponte Grande e do Tombo. Os indivíduos coletados foram eutanasiados com lidocaína 5%, fixados em formalina 10% e conservados em álcool 70%. Este estudo foi feito de acordo com as licenças e autorizações legais: SisBio (processo 59574-1), CEUA (3466140717) e Cotec (Nº26018-001.331. /2016).





**Figura 4:** Categorias referentes à descrição do sítio de ocorrência dos indivíduos de *Cycloramphus boraceiensis*: I) cobertura do sítio de captura (A= sítio coberto; B= sítio descoberto) e II) distância da água (C), onde a marcação branca representa a distância do indivíduo em relação ao corpo d'água).

### 2.3- Dimorfismo sexual e Investimento reprodutivo de machos e fêmeas

Em laboratório, medi o comprimento rostro-cloacal e massa corpórea (g) para avaliar o dimorfismo sexual. Além do dimorfismo sexual em tamanho, identifiquei os sexos através da presença de glândula inguinal em machos. Realizei uma incisão ventral longitudinal em machos e fêmeas de *C. boraceiensis* para remoção das gônadas. As gônadas foram pesadas em balança analítica (Shimadzu AUY 220) e armazenadas em tubos criogênicos com álcool 70%. Para as fêmeas, os ovócitos foram contados e medidos por meio de estereomicroscópio com ocular micrométrica (Labomed Luxeo 4Z).

Para fêmeas, expressei a fecundidade pelo número de ovócitos e diâmetro médio de 10 ovócitos selecionados aleatoriamente. Para machos expressei a fecundidade pela massa do testículo (g) e pela contagem de espermatozoide com hemocitômetro (Rouge, 2002). O esforço reprodutivo de machos e fêmeas, representa a proporção da massa das gônadas em relação a massa corporal. Os indivíduos serão depositados na Coleção de Anfíbios (CFBH) da Universidade Estadual Paulista, Campus de Rio Claro.

## 2.4- Análises estatísticas

Para todos os conjuntos de dados, testei a normalidade através do teste de Shapiro-Wilk (Royston, 1995) e a homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene (Fox & Weisberg, 2019). Para caracterização do uso de habitat, dimorfismo sexual em CRC e massa corpórea e investimento reprodutivo de indivíduos de *C. boraceiensis*, dividi o período de estudo em estações (chuvosa=outubro a março; seca=abril a setembro).

Para cada estação, avaliei se existe diferença nas distâncias da água e da margem entre os sexos através de um teste de Mann-Whitney. Para verificar se havia diferença na ocupação do sítio de ocorrência (rocha com água, rocha seca e vegetação) entre os sexos e entre as estações quanto a cobertura deste sítio, realizei um teste de Chi-quadrado para cada variável.

Para verificar a influência das variáveis meteorológicas na atividade de *C. boraceiensis*, realizei uma regressão linear múltipla entre a interação das variáveis, temperatura coletada em campo, precipitação diária acumulada para os dias de amostragem (variáveis independentes) e número de indivíduos para fêmeas e machos (variável dependente).

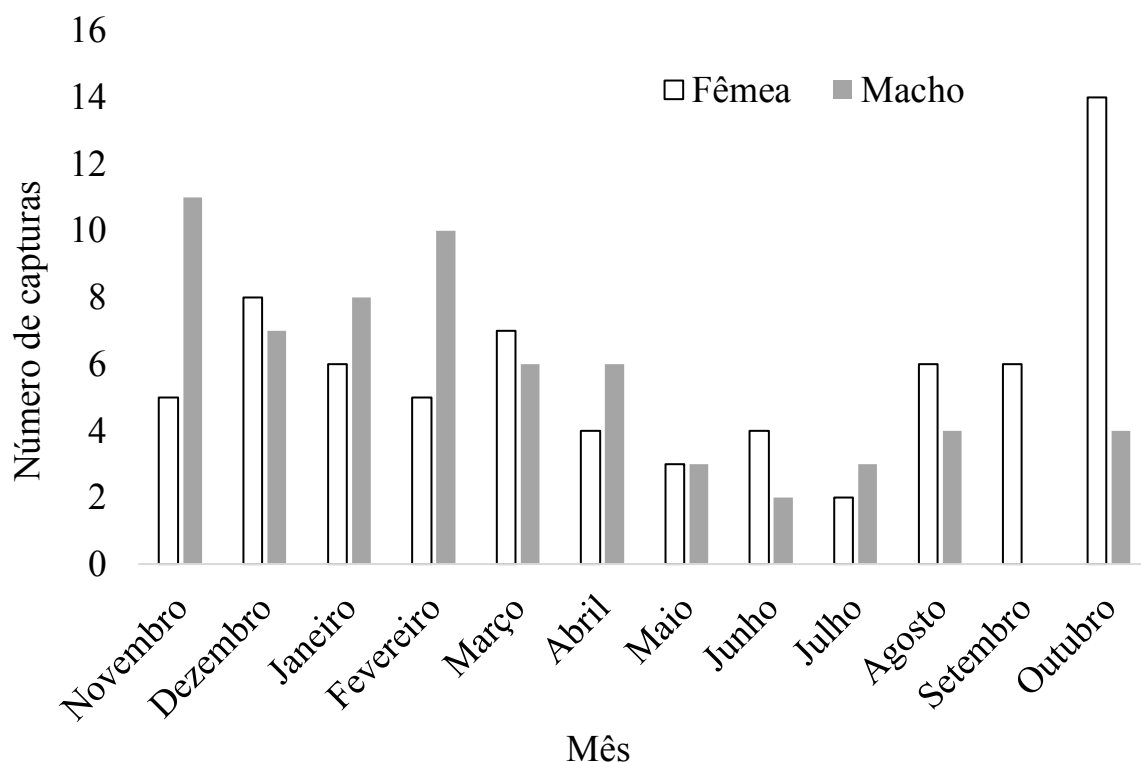
Para verificar o dimorfismo sexual quanto ao CRC e massa corpórea, realizei um Teste T de Student para indivíduos coletados nas estações chuvosa e seca, separadamente. Para avaliar o esforço reprodutivo de machos e fêmeas, utilizei a porcentagem da relação: massa das gônadas (g) / massa corpórea (g). Para estimar a diferença nas variáveis relacionadas a reprodução (número de ovócitos, massa das gônadas e diâmetro médio dos ovócitos) entre as estações realizei um teste de Mann-Whitney. Para investigar as relações entre número de

ovócitos e massa corpórea, diâmetro dos ovócitos e massa corpórea, utilizei regressões lineares simples. Realizei uma Correlação de Spearman para investigar se existe relação entre número e tamanho de ovócitos. Para avaliar a relação entre massa dos testículos e número de espermatozoides com CRC realizei regressões lineares simples separadamente para cada variável. Para a variação na massa do testículo e no número de espermatozoides realizei teste de Mann-Whitney para cada variável separadamente. Para investigar se existe relação entre massa do testículo e número de espermatozoides realizei uma correlação de Spearman. Todos os testes estatísticos foram conduzidos em R v.3.4.2 (R Core Team, 2018). Utilizei o nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ).

### **3- RESULTADOS**

#### **3.1- Características dos adultos**

Durante o período de estudo, capturei 134 indivíduos adultos, com média de 11,16 (DP = 4,58) indivíduos por mês. O maior número de capturas (18) foi em outubro de 2018, e o menor (5) em julho de 2018. O número de machos capturados por mês variou de 0 a 11 ( $5,3 \pm 3,28$ ; N=64), enquanto o número de fêmeas variou de 2 a 14, ( $5,83 \pm 3,06$ ; N=70) (Figura 5).



**Figura 5:** Número de machos e fêmeas de *Cycloramphus boraceiensis* capturados no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP) entre novembro de 2017 e outubro de 2018.

Em relação a razão sexual mensal, o mês com maior número de captura de machos em relação a fêmeas foi novembro, com uma proporção de 2,2 machos capturados para cada fêmea. Em contrapartida, o mês com menor número de machos em relação à fêmeas foi setembro, com 0 machos e 6 fêmeas. Durante a estação seca, a razão sexual foi de 0,72 machos para cada fêmea, enquanto na estação chuvosa foi de 1,02 machos para cada fêmea (Tabela 2).

**Tabela 2:** Número de machos e fêmeas capturados/(recapturados) e razão sexual mensal (machos/fêmeas) e na população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba, SP.

<b>Mês</b>	<b>Fêmea</b>	<b>Macho</b>	<b>Razão Sexual Macho/Fêmea</b>
Novembro	5 (0)	11 (0)	2,2
Dezembro	8 (0)	7 (2)	0,88
Janeiro	6 (3)	8 (2)	1,33
Fevereiro	5 (0)	10 (0)	2
Março	7 (2)	6 (2)	0,86
Abril	4 (1)	6 (5)	1,5
Maio	3 (2)	3 (0)	1
Junho	4 (2)	2 (3)	0,5
Julho	2 (0)	3 (0)	1,5
Agosto	6 (0)	4 (0)	0,67
Setembro	6 (2)	0 (2)	0
Outubro	14 (0)	4 (0)	0,29
<b>Estação</b>			
Chuvosa	45 (5)	46 (6)	1,02
Seca	25 (7)	18 (10)	0,72

Cerca de 21% dos indivíduos de *C. boraceiensis* foram recapturados (16 machos e 12 fêmeas), sendo 25 indivíduos apenas uma vez (15 machos e 10 fêmeas), dois (um macho e uma fêmea) duas vezes e um indivíduo (fêmea) foi recapturado quatro vezes. Para os indivíduos capturados mais de uma vez foram utilizados os dados referentes a primeira recaptura.

Dentre os machos recapturados (16) o tempo médio entre a captura e a recaptura foi de  $2,2 \pm 2$  meses, sendo que 12 apresentaram ganho médio de massa corpórea de  $16,8 \pm 11\%$  e quatro indivíduos apresentaram decréscimo médio de  $4,6 \pm 3,5\%$  de massa corpórea. O maior ganho foi de 43,4% em um intervalo de um mês (março-abril), a maior perda de massa foi de 8,5% em dois meses (fevereiro-abril). A maior variação de CRC ocorreu em um indivíduo capturado em dezembro e recapturado em setembro (9 meses), com um aumento de 19,2%.

Entre as fêmeas recapturadas (12) o tempo médio entre a captura e a recaptura foi de  $3,3 \pm 2,2$  meses, sendo que oito fêmeas apresentaram ganho médio de 35



$\pm 53\%$  de massa corpórea, e quatro indivíduos apresentaram perda média de  $14,8 \pm 9\%$  de massa corpórea. O maior ganho de massa corpórea foi de  $154\%$  em dois meses (novembro-janeiro) e a maior perda de massa corpórea foi de  $25\%$  em um intervalo de seis meses (dezembro-junho). A maior variação no CRC ocorreu em uma fêmea capturada em fevereiro e recapturada em setembro (7 meses), e o aumento foi de  $14\%$ .

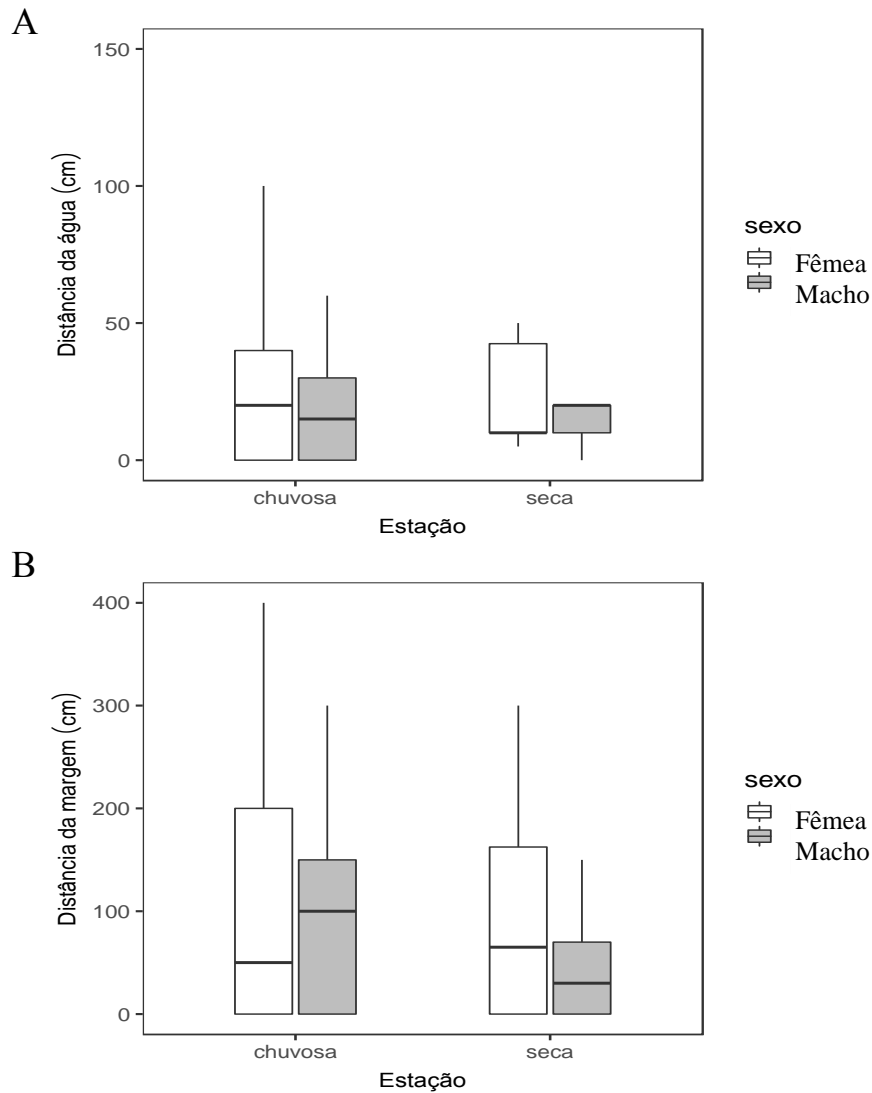
Para recapturas efetuadas com intervalo de um mês, entre os machos (9 indivíduos) observei um aumento médio do CRC de  $5,2 \pm 3,4\%$  e aumento médio de  $14,7 \pm 14,5\%$  da massa corpórea. Em relação a recapturas efetuadas dois meses depois da captura, observei um aumento médio de  $7,2 \pm 2,8\%$  no CRC e um decréscimo médio de  $2,7 \pm 8,2\%$  na massa corpórea (três indivíduos). Para indivíduos recapturadas entre três e quatro meses após a captura (três indivíduos) detectei um aumento médio de  $10,3 \pm 5,4\%$  no CRC e  $12 \pm 8,9\%$  na massa corpórea entre os machos. Por fim, para o macho recapturado nove meses após a captura, detectei um aumento médio de  $19,23\%$  no CRC e de  $22,25\%$  na massa corpórea.

Para as fêmeas, em recapturas no intervalo de um mês (três indivíduos) detectei aumento médio de  $0,7 \pm 0,7$  mm no CRC e aumento médio de  $12,3 \pm 17\%$  da massa corpórea. Em relação a recapturas efetuadas dois meses depois da captura (três indivíduos) detectei um aumento médio de  $5,2 \pm 5,8\%$  no CRC e  $72,5 \pm 80\%$  na massa corpórea. Para recapturas entre três e quatro meses após a captura (dois indivíduos) verifiquei um aumento médio de  $6,7 \pm 2,7\%$  no CRC e  $2 \pm 14\%$  na massa corpórea. Para fêmeas (quatro indivíduos) capturadas entre cinco e sete meses após a captura observei um aumento médio de  $7,3 \pm 6,3\%$  no CRC e um decréscimo médio de  $9,4 \pm 15\%$  da massa corpórea.

### 3.2- Uso de habitat

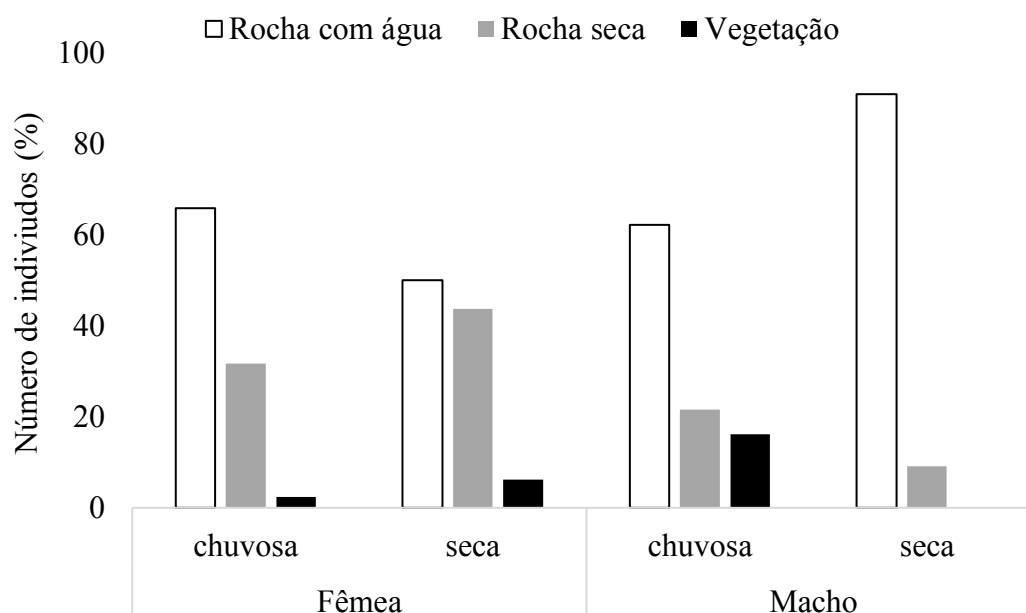
Machos e fêmeas de *C. boraceiensis* ocuparam sítios semelhantes quanto as distâncias da água ( $W=1528,5$ ;  $p=0,29$ ;  $N=105$ ), tanto na estação chuvosa ( $W=844$ ;  $p=0,78$ ;  $N=78$ ; Figura 6A) quanto na seca ( $W=90$ ;  $p=0,93$ ;  $N=27$ ; Figura

6A). Machos e fêmeas de *C. boraceiensis* ocupam sítios semelhantes em relação a distância da margem mais próxima dos sítios de captura ( $W=1451$ ;  $p=0,58$ ;  $N=105$ ), tanto na estação chuvosa ( $W=777$ ;  $p=0,85$ ;  $N=78$ ; Figura 6B), quanto na estação seca ( $W=104$ ;  $p=0,43$ ;  $N=27$ ; Figura 6B).



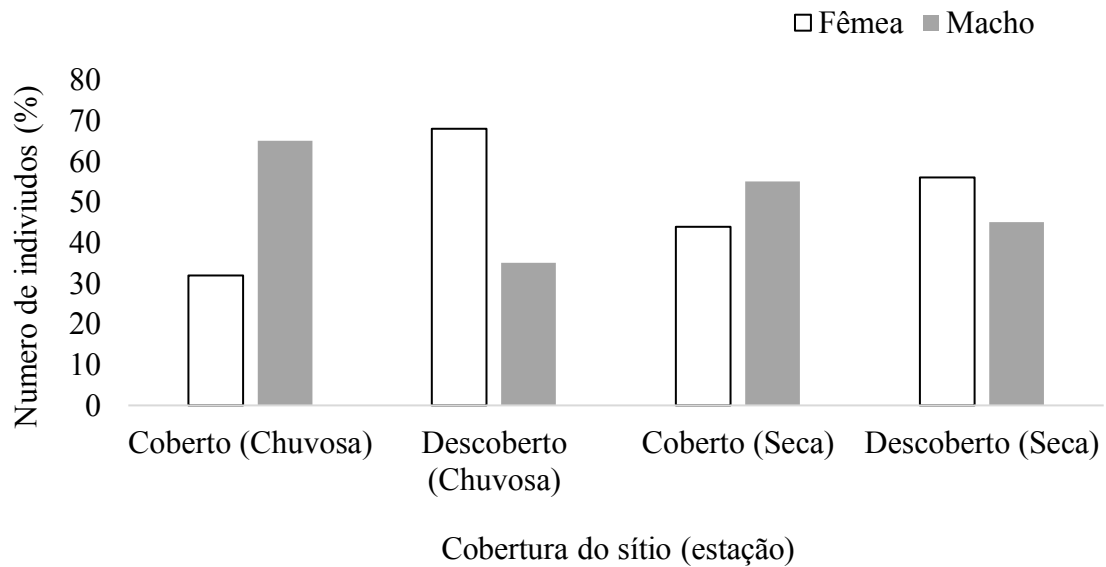
**Figura 6:** A) Distância da água (cm) e B) distância da margem (cm) de fêmeas e machos de *Cyclorhamphus boraceiensis*, na estação chuvosa (outubro a março) e estação seca (abril a setembro) nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar– Núcleo Caraguatatuba (SP). (A linha horizontal dentro das caixas representa a mediana, as linhas verticais representam os limites superior e inferior e as caixas representam o primeiro e terceiro quartis).

Machos e fêmeas de *C. boraceiensis* ocuparam principalmente rochas com água, seguido por rochas secas e vegetação ( $\chi^2=5,50$ ;  $DF=2$ ;  $p=0,06$ ;  $N=105$ ) tanto na estação chuvosa ( $\chi^2=4,88$ ;  $DF=2$ ;  $p=0,08$ ;  $N=78$ ; Figura 7), quanto na estação seca ( $\chi^2=4,99$ ;  $DF=2$ ;  $p=0,08$ ;  $N=27$ ; Figura 7).



**Figura 7:** Número de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* registrados nas estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro), nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP).

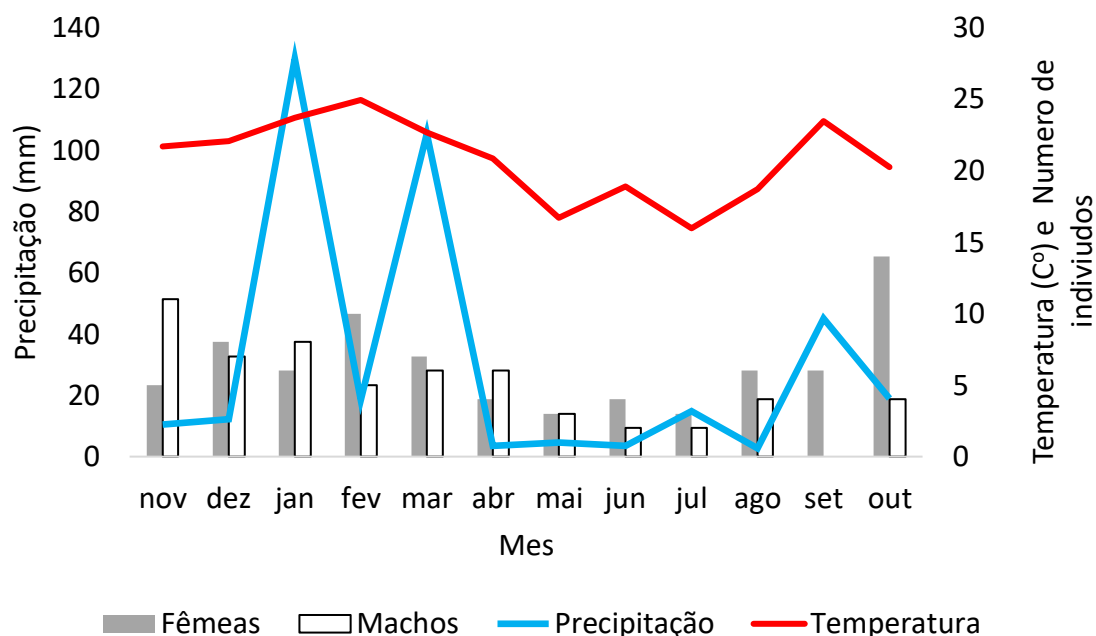
Quanto a cobertura do sítio de captura, as fêmeas foram principalmente encontradas em sítios sem cobertura, enquanto os machos foram encontrados principalmente em sítios cobertos ( $\chi^2=14,63$ ;  $DF=1$ ;  $p<0,001$ ;  $N=105$ ), porém esse padrão foi observado apenas na estação chuvosa ( $\chi^2=7,29$ ;  $DF=1$ ;  $p=0,006$ ;  $N=78$ ; Figura 8). Na estação seca machos e fêmeas ocuparam sítios semelhantes ( $\chi^2=0,02$ ;  $DF=1$ ;  $p=0,87$ ;  $N=27$ ; Figura 8).



**Figura 8:** Número de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* registrados em sítios cobertos e descobertos durante as estações chuvosa (outubro a março) e seca (abril a setembro) nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP).

### 3.3- Influência de fatores meteorológicos na ocorrência de machos e fêmeas

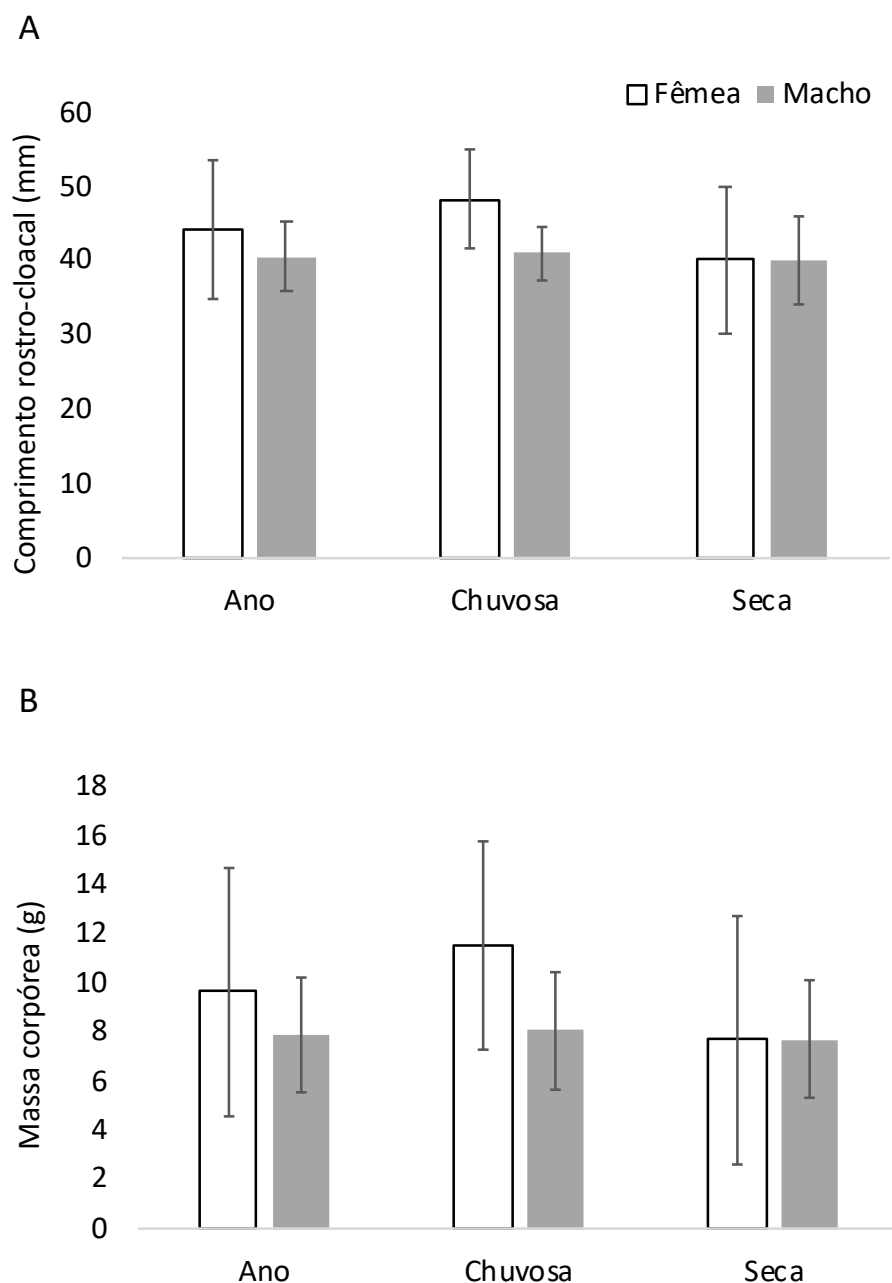
A temperatura ( $F_{(1,10)} = 3,07$ ;  $R^2 = 0,15$ ;  $p = 0,11$ ;  $N = 76$ ; Figura 9) e precipitação ( $F_{(1,10)} = 0,07$ ;  $R^2 = -0,09$ ;  $p = 0,79$ ;  $N = 76$ ; Figura 9) não influenciaram na atividade de fêmeas de *C. boraceiensis*, o mesmo ocorreu para machos (temperatura:  $F_{(1,10)} = 1,72$ ;  $R^2 = 0,06$ ;  $p = 0,21$ ;  $N = 58$ ; ; precipitação:  $F_{(1,10)} = 0,74$ ;  $R^2 = -0,02$ ;  $p = 0,40$ ;  $N = 58$ ; Figura 9).



**Figura 9:** Influência de temperatura (Co) e precipitação (mm) na ocorrência de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* registrados nos riachos da Ponte Quebrada e Pequeno, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP), entre novembro de 2017 e outubro de 2018.

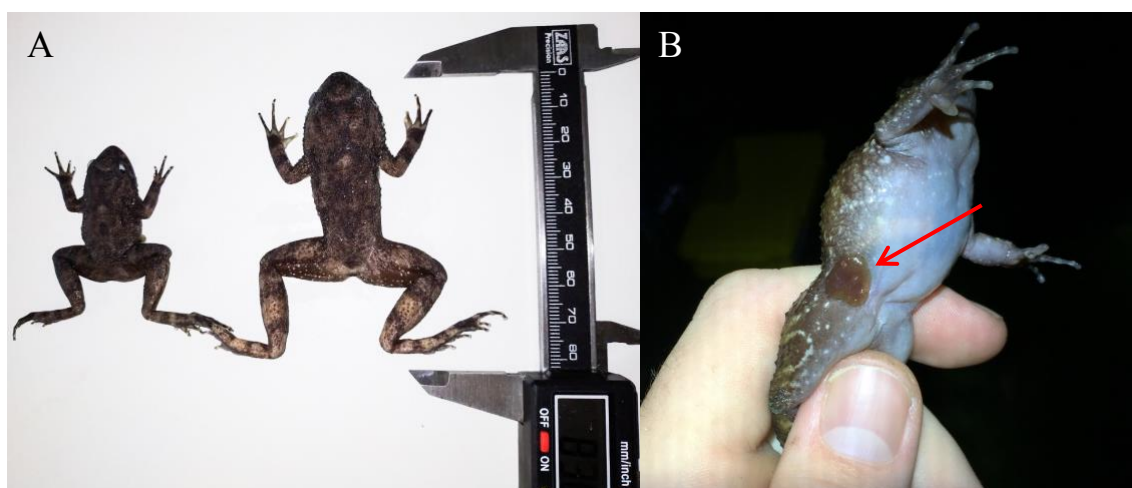
### 3.4- Dimorfismo sexual e investimento reprodutivo

O CRC e a massa das fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* durante todo o período de estudo são semelhantes (CRC:  $t = -0,0018$ ;  $DF = 87,11$ ;  $p = 0,50$ ;  $N = 130$ ; Figura 10A; massa:  $t = -0,0064$ ;  $DF = 83,73$ ;  $p = 0,50$ ;  $N = 130$ ; Figura 10B). Porém na estação chuvosa, as fêmeas apresentaram maior CRC e maior massa corpórea do que os machos (CRC:  $t = 5,35$ ;  $DF = 44,29$ ;  $p < 0,001$ ;  $N = 69$ ; Figura 10A; massa:  $t = 4,06$ ;  $DF = 44,62$ ;  $p < 0,001$ ;  $N = 69$ ; Figura 10B) e na estação seca o CRC e massa corpórea foram semelhantes (CRC:  $t = 0,04$ ;  $DF = 47,17$ ;  $p = 0,96$ ;  $N = 61$ ; Figura 10A; massa:  $t = -0,02$ ;  $DF = 41,30$ ;  $p = 0,98$ ;  $N = 61$ ; Figura 10B).



**Figura 10:** A) Comprimento médio rostro-cloacal (mm) e B) massa corpórea média (g) de machos e fêmeas de *Cycloramphus boraceiensis* durante todo o ano, e nas estações chuvosa e seca no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba.

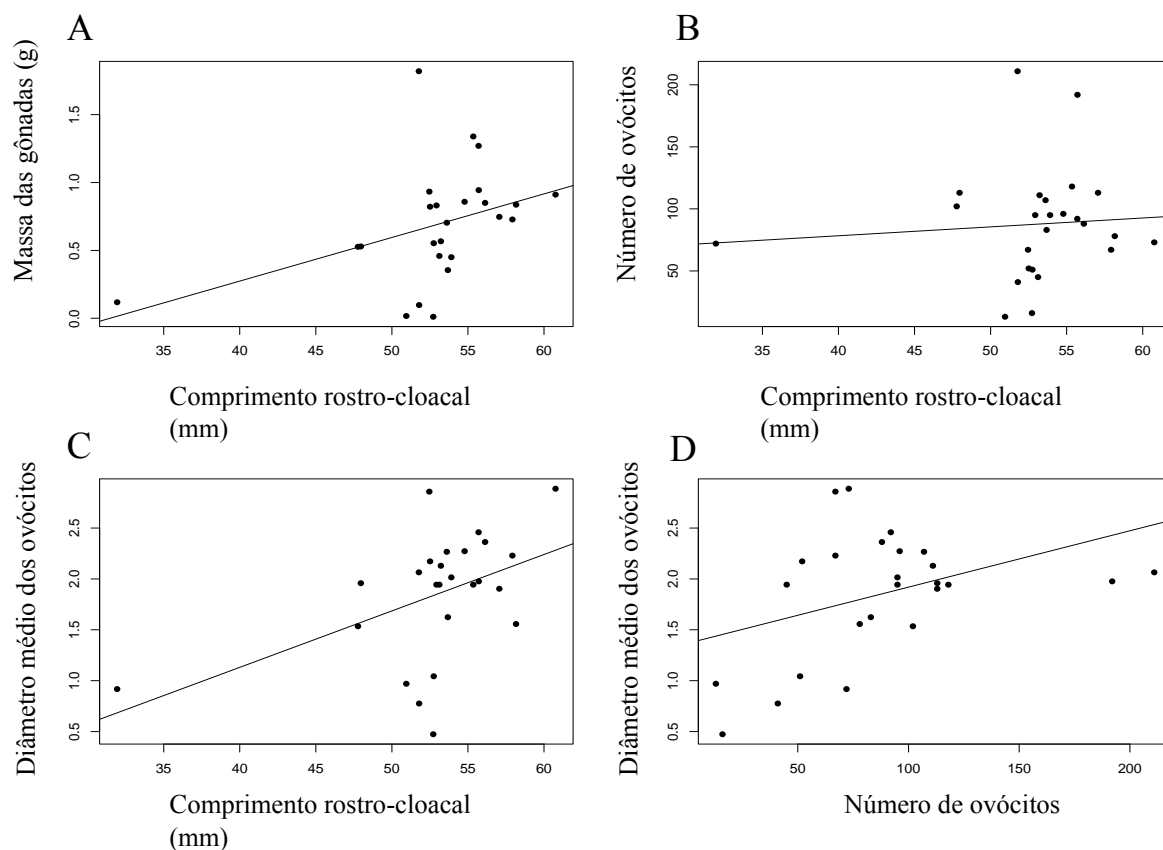
Além do dimorfismo sexual em CRC e massa, os machos adultos de *Cycloramphus boraceiensis* apresentaram a presença de glândula inguinal. A coloração da glândula varia entre tons de amarelo e marrom (Figura 11).



**Figura 11:** A) Dimorfismo sexual em comprimento rostro-cloacal (macho a esquerda e fêmea a direita); B) presença de glândula inguinal (seta vermelha) em machos de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba.

Das 61 fêmeas coletadas durante o período amostral, 25 (41%) apresentaram ovócitos. A média de ovócitos das fêmeas foi 87,64 (DP=44,89; amplitude 16 - 111; N=25) e a média da massa das gônadas foi de 0,66 g (DP= 0,42; amplitude 0,011 – 1,82; N=25). O esforço reprodutivo médio das fêmeas foi de 4,37% (DP= 2,63; amplitude 0,07 – 11,61; N=25). O diâmetro médio dos ovócitos das fêmeas foi de 1,85 mm (DP= 0,61; amplitude 0,47 - 2,88; N=250).

Para fêmeas de *C. boraceiensis* houve relação entre CRC e massa das gônadas ( $F_{(1,23)}=4,45$ ;  $p=0,04$ ; N=25; Figura 12A). Não houve relação entre CRC e número de ovócitos ( $F_{1,23}= 0,16$ ;  $p=0,68$ ; N=25; Figura 12B) porém fêmeas maiores apresentaram maior diâmetro dos ovócitos ( $F_{1,23}= 6,67$ ;  $p=0,01$ ; N=250; Figura 12C). O número de ovócitos não está relacionado ao diâmetro dos ovócitos ( $S= 1840$ ;  $\rho= 0,29$ ;  $p=0,07$ ; N=25; Figura 12D). A massa corpórea das fêmeas com ovócitos foi semelhante entre as estações ( $T=-0,81$ ;  $DF=23$ ;  $p=0,42$ ; N=25), assim como o CRC ( $T=-1,51$ ;  $DF=23$ ;  $p=0,14$ ; N=25). Fêmeas apresentaram número de ovócitos ( $W=51,5$ ;  $p=0,75$ ; N=25) e massa das gônadas ( $W=46$ ;  $p=0,51$ ; N=25) semelhantes entre as estações. Mas fêmeas apresentaram maior diâmetro médio de ovócitos na estação seca do que na estação chuvosa ( $W=24,5$ ;  $p=0,04$ ; N=250). Fêmeas apresentaram esforço reprodutivo semelhante entre as estações ( $W=48$ ;  $p=0,59$ ; N=25), (Tabela 3).



**Figura 12:** A) Relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e massa das gônadas (g); B) relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e número de ovócitos; C) relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e diâmetro médio de ovócitos (mm) e D) relação entre número de ovócitos e diâmetro médio de ovócitos (mm) de fêmeas de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba.



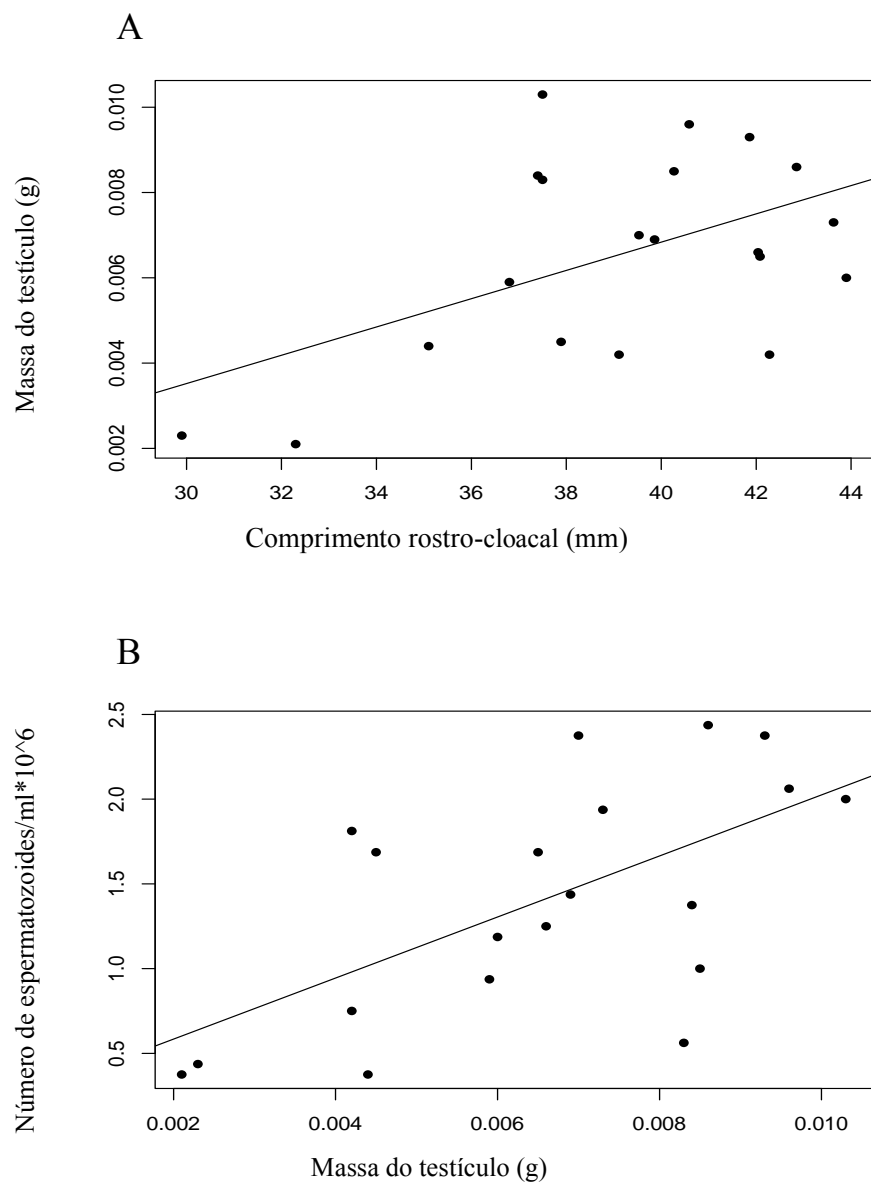
**Tabela 3:** Variação massa dos ovócitos, número de ovócitos e diâmetro dos ovócitos de fêmeas com ovócitos de *Cycloramphus boraceiensis* para as estações chuvosa e seca, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). Média  $\pm$  DP (amplitude) e valor de p estatístico referente ao Teste T (\*p < 0,05).

Fêmeas com Ovócitos	Estações		Valor de p
	Chuvosa (N=19)	Seca (N=6)	
Massa de ovócitos (g)	0,64 $\pm$ 0,47 (0,011-1,82)	0,72 $\pm$ 0,24 (0,42-1,03)	0,51
Número de ovócitos	88,1 $\pm$ 49,9 (13-211)	86,16 $\pm$ 26,21 (52-118)	0,75
Diâmetro de ovócitos (mm)	1,71 $\pm$ 0,63 (0,47-2,85)	2,27 $\pm$ 0,32 (1,94-2,88)	<b>0,04 *</b>
Esforço reprodutivo (%)	4,28 $\pm$ 2,97 (0,07-11,61)	4,66 $\pm$ 1,13 (3,30-6,22)	0,59

Para machos de *Cycloramphus boraceiensis*, a massa média dos testículos foi de 0,006 g (DP=0,002; amplitude 0,0021-0,01; N=20). O esforço reprodutivo médio foi de 0,08% (DP= 0,02; amplitude 0,04-0,12; N=20). Machos com maiores CRC obtiveram maior massa do testículo ( $F_{(1,18)} = 6,7$ ; p=0,01; N=20; Figura 13A). A massa do testículo dos machos de *C. boraceiensis* não difere entre as estações chuvosa e seca (W=48; p=0,65; N=20). Indivíduos com maior massa de testículo apresentam maior número de espermatozoides (S=464,7; p=0,001;  $\rho=0,65$ ; N=20; Figura 13B). Machos apresentam maior número de espermatozoides na estação chuvosa do que na estação seca (W=69; p=0,02; N=20), (Tabela 4).

**Tabela 4:** Variação massa do testículo, número médio de espermatozoides e esforço reprodutivo de machos de *Cycloramphus boraceiensis* para as estações chuvosa e seca, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). Média  $\pm$  DP (amplitude) e valor de p estatístico referente ao Teste T (\*p < 0,05).

Machos	Estações		Valor de p
	Chuvosa (N=14)	Seca (N=6)	
Massa do testículo (g)	0,64 $\pm$ 0,47 (0,011-1,82)	0,72 $\pm$ 0,24 (0,42-1,03)	0,65
Número médio de espermatozoides/mL * 10 <sup>6</sup>	1,638 $\pm$ 0,562 (0,75-2,43)	0,854 $\pm$ 0,678 (0,37-2)	<b>0,02*</b>
Esforço reprodutivo (%)	0,08 $\pm$ 0,02 (0,04-0,12)	0,08 $\pm$ 0,03 (0,04-0,12)	0,97



**Figura 13:** A) Relação entre comprimento rostro-cloacal (mm) e massa das gônadas (g); B) relação entre massa do testículo (g) e número de espermatozoides/ml \* 10<sup>6</sup> de machos de uma população de *Cycloramphus boraceiensis* no Parque Estadual da Serra do Mar – núcleo Caraguatatuba.

## 4- DISCUSSÃO

Os adultos de *Cycloramphus boraceiensis* ocuparam sítios semelhantes em relação às distâncias da água e da margem nas estações seca e chuvosa. Portanto a hipótese de que durante a estação chuvosa, quando o volume dos riachos é maior, os adultos ocupariam os sítios mais próximos da margem, foi rejeitada. Durante as tempestades de verão nas cabeceiras dos rios, o volume de água rapidamente aumenta, mas pode voltar ao normal em poucas horas. É possível que a mudança de sítios, especialmente dos machos de *C. boraceiensis* que parecem territoriais, seja temporária. Assim, em média, tanto durante a seca quanto a chuvosa os sítios foram semelhantes. No entanto, tanto na estação chuvosa quanto na seca, machos e fêmeas ocuparam as rochas mais próximas da margem provavelmente para evitar o afogamento completo das desovas quanto o deslocamento dos indivíduos durante ao aumento do volume de água após as chuvas em que as rochas centrais dos riachos ficavam submersas e também devido ao aumento na velocidade da correnteza. Machos e fêmeas de *C. boraceiensis* foram encontrados com maior frequência em rochas úmidas tanto na estação seca quanto chuvosa, semelhante ao registrado para *Cycloramphus lutzorum* (Lima et al., 2010). Provavelmente, este comportamento evita a dessecação dos indivíduos, mesmo que a umidade do ar seja mais alta nos riachos.

Quanto a cobertura dos sítios, as fêmeas foram principalmente encontradas em sítios descobertos enquanto os machos foram encontrados em sítios cobertos na estação chuvosa. Na estação seca não houve diferença na ocupação dos sítios entre machos e fêmeas. Como os machos de *C. boraceiensis* aparentemente defendem territórios e exercem cuidado parental sobre as desovas, sítios cobertos podem tanto evitar a dessecação dos ovos em períodos mais secos quanto evitar predadores visualmente ativos. No entanto, estas hipóteses precisam ser devidamente testadas. Outra possível hipótese que pode ser testada é a melhor difusão do canto dos machos, com a cobertura do sítio funcionando como concha acústica. Esta estratégia foi observada por outras espécies de anuros (Lardner & Lakim, 2002; Tan et al., 2014; Muñoz & Penna, 2016). Especialmente em ambientes ruidosos como os riachos ocupados pelos *C. boraceiensis* pode ser uma estratégia eficiente para maior atração das

fêmeas. Para uma espécie de anuro que reproduz em riachos (*Babina dauchina*), os sinais acústicos dos machos são modificados dependendo das características das tocas, e as fêmeas escolhem os machos pelas características do canto (Cui, Tang & Narins, 2011). Cerca de 70% das fêmeas escolhem os machos que ocupam tocas (Cui; Tang & Narins, 2011). Estudos semelhantes poderão ser feitos para *C. boraceiensis* para investigar a escolha por sítios cobertos.

Visto que a população ocupa riachos permanentes, testamos a hipótese que a temperatura seria o principal fator limitante para a atividade dos indivíduos e não a umidade. No entanto, esta hipótese foi rejeitada, pois a temperatura do ar e a pluviosidade não influenciaram nas atividades de machos e fêmeas de *C. boraceiensis*. Entretanto, o maior número de indivíduos foi registrado nos meses com as temperaturas mais altas e este fato pode influenciar positivamente as taxas metabólicas dos indivíduos, fornecendo energia para a defesa dos territórios e vocalização dos machos (Navas & Bevier, 2001). Outras espécies que vivem em riachos apresentaram resultados semelhantes aos obtidos para *Cycloramphus boraceiensis*, como por exemplo *Crossodactylus schmidt* (Caldart et al., 2016). Contudo, para outras espécies de riachos, as atividades foram influenciadas pela temperatura (Kaefer, Both & Cechin, 2009; Almeida-Gomes et al., 2007; Hatano et al., 2002) e pela pluviosidade (Dole & Durant, 1974; Conte & Rossa-Feres, 2007).

Cerca de 20% dos adultos de *C. boraceiensis* foram recapturados. Esta taxa é mais alta do que a registrada. Geralmente em outros estudos, como por exemplo para as espécies *Pelophylax ridibundus*, *Melanophryniscus montevidensis* e *Hylodes asper*, taxas de recaptura foram inferiores a 20% (Cengiz, 2011; Pereira & Maneyro 2016B; Patto & Pie, 2001, respectivamente). Este resultado pode indicar a fidelidade dos machos de *C. boraceiensis* aos territórios. Quando recapturados, a maioria dos indivíduos (tanto machos quanto fêmeas) apresentaram um maior tamanho do corpo. No entanto, quanto a massa, houve tanto ganho quanto perda de massa entre as recapturas. Estas alterações podem ser relacionadas ao estágio reprodutivo das fêmeas (Kaefer, Both & Cechin, 2009; Bionda et al., 2011) ou quanto ao cuidado parental exercido pelos machos (Towsend, 1986; Consolmagno et al., 2016).

Apenas durante a estação chuvosa, as fêmeas apresentaram tamanho do corpo maior do que os machos de *C. boraceiensis*, diferente de quando os tamanhos de machos e fêmeas são observados ao longo do ano. No entanto, tanto na população de Ubatuba como na de Boraceia, as fêmeas são maiores do que os machos (Hartmann et al., 2004; Heyer et al. 1990, respectivamente). O dimorfismo em tamanho do corpo também é conhecido para *C. dubious* (Giaretta & Cardoso, 1995). Com exceção de Hartman (2004), os demais estudos foram realizados especialmente nas estações chuvosas. Para espécies com períodos reprodutivos intermediários ou prolongados é comum que machos apresentem tamanho do corpo menor do que das fêmeas, porém com dimorfismo sexual em tamanho menos acentuado do que espécies com reprodução explosiva (Nali et al., 2014). Um dos fatores relacionados a este fato é que fêmeas com tamanho corpóreo elevado apresentam maior capacidade reprodutiva (Kupfer 2009), sendo vantajoso tanto para espécies de reprodução explosiva devido a menor número de eventos reprodutivos, quanto para espécies de reprodução prolongada (Nali et al., 2014). Por outro lado, um menor tamanho corpóreo de machos pode ocorrer devido as restrições energéticas associadas a reprodução, como atividades de vocalização, diferenças na dieta durante atividades reprodutivas, defesa de território ou maior pressão predatória (Woolbright, 1983; Bevier, 1977; Rocha-Usaga, Vargas-Salinas & Rueda-Solano, 2017). Por outro lado, há espécies de reprodução prolongada (e.g. *Boana boana*; *B. faber* e *B. pugnax*), em que os machos apresentam tamanho do corpo similar ou até maior do que as fêmeas (Kluge, 1979; Martins & Haddad, 1988). Geralmente, em espécies territoriais e agressivas que brigam para manter os territórios, há uma pressão seletiva para machos maiores e isto explicaria a ausência de dimorfismo em relação ao tamanho do corpo (Gramapurohit & Radder, 2012; Dittrich et al., 2018).

O investimento reprodutivo médio de machos de *C. boraceiensis* foi de 0,08%, valores semelhantes ao encontrado para populações de *Thoropa taophora* (Cycloramphidae) no litoral norte de São Paulo (Colsomagno, 2010). Porém, quando comparada com outras espécies reconhecidamente poliândricas, o investimento reprodutivo de machos de *C. boraceiensis* foi muito inferior, por exemplo, para as espécies *Leptodactylus chaquensis* e *L.*

*podicipinus*, com valores de investimento reprodutivo de 4,13% e 0,75%, respectivamente (Prado & Haddad, 2003). De acordo com Nali (2012), um baixo investimento reprodutivo em machos tende a ocorrer quando há baixo risco de competição espermática, como por exemplo em espécies cujo machos defendem ativamente seu território, diminuindo a competição entre os machos. Machos de *C. boraceiensis* apresentaram massa do testículo semelhante entre as estações seca e chuvosa, o que sugere a reprodução contínua ao longo do ano. Porém o número médio de espermatozoides foi maior na estação chuvosa e este fator pode estar relacionado a maior atividade reprodutiva durante esta estação. Padrão semelhante foi encontrado para algumas espécies, como por exemplo *Dendropsophus minutus* (Santos, Franco-Belussi & Oliveira, 2011). No entanto, *D. minutus* está ativa exclusivamente durante a estação chuvosa (Ximenez & Tozetti, 2015), diferindo do padrão de atividade encontrado para *C. boraceiensis*.

O investimento reprodutivo das fêmeas de *C. boraceiensis* foi 4,37%, também semelhante ao registrado para populações de *Thoropa taophora* (Cycloramphidae) (Colsomagno, 2010). No entanto, o investimento é inferior as espécies da família Leptodactylidae que tem ninho em espuma, como por exemplo *Physalaemus albonotatus*, *Leptodactylus chaquensis* e *Leptodactylus podicipinus*, com os valores de investimento reprodutivo de 16,6%, 16% e 15%, respectivamente (Prado & Haddad, 2005).

Considerando as relações tamanho do corpo-fecundidade, tanto as fêmeas quanto os machos de *C. boraceiensis*, indivíduos maiores apresentaram maior massa das gônadas, coincidindo com o padrão de anfíbios anuros neotropicais (Prado et al., 2000; Prado & Haddad, 2005). A massa das gônadas, número de ovócitos e esforço reprodutivo das fêmeas de *C. boraceiensis* foram semelhantes entre as estações chuvosa e seca, sugerindo um padrão contínuo de reprodução. O número médio de ovócitos e o diâmetro médio dos ovócitos foram semelhantes ao encontrado para a população de Ubatuba de *C. boraceiensis* (Hartmann et al., 2010). O diâmetro dos ovócitos foi maior na estação chuvosa indicando um estágio avançado de reprodução.

## 5- CONCLUSÃO

A presença de adultos em todos os meses, assim como investimento reprodutivo semelhante entre as estações em ambos sexos, indicam que a população de *Cycloramphus boraceiensis* de Caraguatatuba apresenta reprodução contínua e prolongada, diferente do padrão encontrado para a população de Boraceia (Heyer et al. ,1990), com reprodução exclusiva na estação chuvosa. A reprodução contínua ao longo do ano é conhecido também para outras espécies do gênero *Cycloramphus*, como *C. dubios* (Giaretta & Cardoso, 1995), porém, por outro lado, difere de *C. lutzorum* com período reprodutivo entre julho e novembro (Lima et al., 2010), e *C. semipalmatus* com reprodução exclusiva no verão (Heyer et al., 1990). É provável que riachos sejam mais estáveis quanto a temperatura e umidade ao longo do ano e, portanto, mais favorável para a reprodução prolongada de longa duração (Afonso & Eterovick, 2007). Porém, espécies que habitam ambientes semelhantes ao de *C. boraceiensis*, podem apresentar um período mais curto de reprodução, como o caso de uma população de *Megaelosia apuana* estudada no Parque Nacional da Caparaó, onde as atividades reprodutivas foram mais acentuadas no período de chuvas, em detrimento ao período da seca (Augusto-Alves, 2018).

Este estudo contribui para o conhecimento da história natural de *Cycloramphus boraceiensis*, que até então é escasso. Visto que muitas espécies de anfíbios estão sofrendo declínios populacionais e extinções devido à mudanças climáticas, perda de habitat, doenças e ações antrópicas (Pounds et al., 2006; Wake & Vredenburg, 2008; Alroy, 2015; Oliveira, 2015) é de suma importância estudar todos os aspectos da história natural das espécies para conhecer os fatores que influenciam no seu desenvolvimento e as ameaçam para que planos de conservação possam ser efetuados de forma mais rápida e eficiente, assim sendo possível traçar estratégias mais eficazes para a conservação da biodiversidade no país.



## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFONSO, L. G. & ETEROVICK, P. C. 2007. Spatial and temporal distribution of breeding anurans in streams in southeastern Brazil. *Journal of Natural History*, 41(13-16), 949–963.
- ALMEIDA-GOMES, M., VAN SLUYS, M. & ROCHA, C.F.D. 2007. Calling activity of *Crossodactylus gaudichaudii* (Anura: Hylodidae) in an Atlantic Rainforest area at Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brazil. *Belgian Journal of Zoology* 137(2):203-207.
- ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D.R. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. *Revista Brasileira de Geociências* 28: 135–150.
- ALROY, J. 2015. Current extinction rates of reptiles and amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(42):13003–13008.
- ARAÚJO, M.B. & PEARSON, R.G. 2005. Equilibrium of species distributions with climate. *Ecography* 28: 693–695.
- AUGUSTO-ALVES, G. 2018. Autoecologia de *Megaelosia apuana* (Anura; Hylodidae): *Megaelosia apuana* (Anura; Hylodidae) autoecology. 1 recurso online (144 p.). Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.
- ÁVILA R. W., FERREIRA VL. 2004. Riqueza e densidade de vocalizações de anuros (Amphibia) em uma área urbana de Corumbá, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*. 21:887–892.
- BERTOLUCI, J. & RODRIGUES, M. T. 2002. Seasonal patterns of breeding activity of Atlantic rainforest anurans at Boracéia, Southeastern Brazil. *Amphibia-Reptilia* 23:161-167.
- BEVIER, C.R. 1997. Utilization of energy substrates during calling activity in tropical frogs. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 41:343–352.
- BIONDA, C. L., LAJMANOVICH, R. C., SALAS, N. E., MARTINO, A. L., & DI TADA, I. E. 2011. Reproductive Ecology of the Common South American Toad *Rhinella arenarum* (Anura: Bufonidae): Reproductive Effort, Clutch

- Size, Fecundity, and Mate Selection. *Journal of Herpetology*, 45(2), 261–264.
- BOLNICK, D. I., SVANBÄCK, R., FORDYCE, J. A., YANG, L. H., DAVIS, J. M., HULSEY, C. D., & FORISTER, M. L. 2003. The Ecology of Individuals: Incidence and Implications of Individual Specialization. *The American Naturalist*. 161(1), 1–28.
- BROWNE C. L. & PASZKOWSKI C. A. 2014. The influence of habitat composition, season and gender on habitat selection by western toads (*Anaxyrus boreas*). *Herpetological Conservation and Biology* 9: 417–27.
- CALDART, V. M., IOP, S., LINGNAU, R., & CECCHIN, S. Z. 2016. Calling Activity of a Stream-Breeding Frog from the Austral Neotropics: Temporal Patterns of Activity and the Role of Environmental Factors. *Herpetologica*, 72(2), 90–97.
- CALDART, V.M., LOEBENS, L. BRUM, A. J. C., BATAIOLI, L. & CECCHIN, S. Z. 2019. Reproductive Cycle, Size and Age at Sexual Maturity, and Sexual Dimorphism in the Stream-Breeding Frog *Crossodactylus schmidtii* (Hylodidae). *South American Journal of Herpetology*. 14(1), 1-11.
- CÂMARA, I.G. 2003. Brief history of conservation in the Atlantic Forest. In *The Atlantic Forest of South America: biodiversity status, threats, and outlook* (C. Galindo-Leal & I.G. Câmara, eds.). Center for Applied Biodiversity Science and Island Press, Washington, p.31-42.
- CAMPOS, F. S. & LOURENÇO-DE-MORAES, R. 2017. Anurans from the mountain chain Serra do Mar: a critical area for amphibian conservation in the Atlantic Forest, Brazil. *Herpetology notes*. 10: 547-560.
- CARVALHO-E-SILVA, S. P. & PIMENTA, B. 2004. *Cycloramphus boraceiensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004.
- CASTELLANO, S., CUCCO, M. & GIACOMA, C. 2004. Reproductive investment of female Green Toads (*Bufo viridis*). *Copeia* 3:659–664.

- CENGİZ, U. 2011. Abundance, demography and population structure of *Pelophylax ridibundus* (Anura: Ranidae) in 26-August National Park (Turkey).
- CONSOLMAGNO, R.C. 2010. Padrões reprodutivos de *Thoropa taophora* (Anura, Cycloramphidae) no litoral norte do estado de São Paulo. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.
- CONSOLMAGNO, R. C., REQUENA, G. S., MACHADO, G., & BRASILEIRO, C. A. 2016. Costs and benefits of temporary egg desertion in a rocky shore frog with male-only care. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 70(5), 785–795.
- CONTE, C. E. & ROSSA-FERES, D. C. 2007. Riqueza e distribuição espaço-temporal de anuros em um remanescente de Floresta de Araucária no sudeste do Paraná. *Revista Brasileira de Zoologia*, Curitiba 24:1025-1037.
- CUI, J., TANG, Y., & NARINS, P. M. 2011. Real estate ads in Emei music frog vocalizations: female preference for calls emanating from burrows. *Biology Letters*, 8(3), 337–340.
- DAVIES, S. J., MCGEOCH, M. A., & CLUSELLA-TRULLAS, S. 2015. Plasticity of thermal tolerance and metabolism but not water loss in an invasive reed frog. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 189, 11–20.
- DASTANSARA, N., VAISSI, S., MOSAVI, J., & SHARIFI, M. 2017. Impacts of temperature on growth, development and survival of larval *Bufo Pseudepidalea viridis* (Amphibia: Anura): implications of climate change. *Zoology and Ecology*, 27(3-4), 228–234.
- DÍAZ-PÁEZ, H., & ORTIZ, J. C. 2001. The reproductive cycle of *Pleurodema thaul* (Anura, Leptodactylidae) in central Chile. *Amphibia-Reptilia*, 22(4), 431–445.
- DITTRICH, C., RODRÍGUEZ, A., SEGEV, O., DRAKULIĆ, S., FELDHAAR, H., VENCES, M., & RÖDEL, M.O. 2018. Temporal migration patterns and

- mating tactics influence size-assortative mating in *Rana temporaria*. Behavioral Ecology, 29(2), 418–428.
- DOLE, J. W., & DURANT, P. 1974. Movements and Seasonal Activity of *Atelopus oxyrhynchus* (Anura: Atelopodidae) in a Venezuelan Cloud Forest. Copeia, 1974(1), 230.
- DONNELLY, M. A., & GUYER, C. 1994. Patterns of reproduction and habitat use in an assemblage of Neotropical hylid frogs. Oecologia, 98(3-4), 291–302.
- DUELLMAN, W.E., & L. TRUEB. 1994. Biology of Amphibians. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, Maryland, USA.
- FERREIRA, P., VAN SOESBERGEN, A., MULLIGAN, M., FREITAS, M., & VALE, M. M. 2019. Can forests buffer negative impacts of land-use and climate changes on water ecosystem services? The case of a Brazilian megalopolis. Science of The Total Environment.
- FOX, J. & WEISBERG, S. 2019. An R Companion to Applied Regression, Third Edition, Sage.
- FROST, DARREL R. 2019. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 6.0 (30 de janeiro de 2019). Electronic Database accessible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html>. American Museum of Natural History, New York, USA.
- GADGIL, M., BOSSERT, W.H. 1970. Life historical consequences of natural selection. American Naturalist. 104(935):1–24.
- GIARETTA, A. A. & FACURE, K. G. 2003. *Cycloramphus boraceiensis*. Clutch attendance. Herpetological Review 34: 50-50.
- GIARETTA, A. A., & A. CARDOSO. 1995. Reproductive behavior of *Cycloramphus dubius* Miranda-Ribeiro (Amphibia, Anura, Leptodactylidae). Revista Brasileira de Zoologia 12:229-232.
- GOTTSBERGER, B. & GRUBER, E. 2004. Temporal partitioning of reproductive activity in a neotropical anuran community. Journal of Tropical Ecology 20(3):271-280.

- GRAMAPUROHIT, N.P. & RADDER, R.S. 2012. Mating pattern, spawning behavior, and sexual size dimorphism in the tropical toad *Bufo melanostictus* (Schn.). *Journal of Herpetology*. 46, 412-416.
- HADDAD, C.F.B., TOLEDO, L.F., PRADO, C.P.A., LOEBMANN, D., GASPARINI, J.L. & SAZIMA, I. 2013. Guide to the amphibians of the Atlantic Forest: diversity and biology. Anolis Books, São Paulo.
- HARTMANN, M. T. 2004. Biologia reprodutiva de uma comunidade de anuros (Amphibia) na Mata Atlântica (Picinguaba, Ubatuba, SP). 2004. 135f. Tese
- HARTMANN, M. T., HARTMANN, P. A., & HADDAD, C. F. B. 2010. Reproductive modes and fecundity of an assemblage of anuran amphibians in the Atlantic rainforest, Brazil. *Iheringia. Série Zoologia*, 100(3), 207–215.
- HARTMANN, M. T., HARTMANN, P. A., PRADO, C. P. A. & GARCIA, P. C. A. 2003. *Cycloramphus boraceiensis*. Defensive behaviour. *Herpetological Review* 34:50-50.
- HATANO, F. H., C. F. D. ROCHA & M. VAN SLUYS. 2002. Environmental factors affecting calling activity of a tropical diurnal frog (*Hylodes phyllodes*: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology* 36:314-318.
- HEYER, W. R. 1983. Variation and systematics of frogs of the genus *Cycloramphus* (Amphibia, Leptodactylidae). *Arquivos de Zoologia*, 30(4), 235.
- HEYER, W.R. & CROMBIE, R.I. 1979. Natural history notes on *Craspedoglossa stejnegeri* and *Thoropa petropolitana* (Amphibia: Salientia, Leptodactylidae). *Journal of the Washington Academy of Sciences*, 69, 17–20.
- HEYER, W.R.; RAND, A.S.; CRUZ, C.A.G.; PEIXOTO, O.L.; & NELSON, C.E. 1990. Frogs of Boracéia. *Arquivos de Zoologia*, São Paulo, 31(4):231-410.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. Mudanças na Cobertura e Uso da Terra 2000 - 2010 - 2012 – 2014.

- JØRGENSEN, C.B. 1992. Growth and reproduction. In: Feder ME, Burggren WW, editors. Environmental physiology of the Amphibians. Chicago (IL): University of Chicago 439–466.
- KAEFER, I. L., BOTH, C., & CECHIN, S. Z. 2009. Breeding biology of the rapids frog *Limnomedusa macroglossa* (Anura: Cycloramphidae) in southern Brazil. *Journal of Natural History* 43(19-20): 1195–1206.
- KLUGE, A. G. 1979. The gladiator frogs of Middle America and Colombia – a reevaluation of their systematics (Anura: Hylidae). – Occasional Papers of the Museum of Zoology, University of Michigan, 688: 1–24.
- KUPFER, A. 2007. Sexual size dimorphism in amphibians: an overview. Pp.50-59 In *Sex, Size, and Gender Roles: Evolutionary Studies of Sexual Size Dimorphism*. Fairbairn, D.J., W.U. Blanckenhorn, and T. Székely (Eds.). Oxford University Press, New York, New York, USA.
- LARDNER, B. & LAKIM, M.B. 2002. Tree-hole frogs exploit resonance effects. *Nature* 420, 475.
- LAWTON, R. O., NAIR, U. S., PIELKE, R. A. & WELCH, R. M. 2001. Climatic impact of tropical lowland deforestation on nearby montane cloud forests. *Science* 294, 584–587.
- LEIVAS, P. T., MAYER, T. B., & FÁVARO, L. F. 2018. The reproductive biology of *Dendropsophus minutus* (Amphibia: Anura) in South of Brazil.
- LIAO W. B., LIU W. C. & MERILÄ J. 2015. Andrew meets Rensch: sexual size dimorphism and the inverse of Rensch's rule in Andrew's toad (*Bufo andrewsi*). *Oecologia* 177, 389–99.
- LIMA, A. M. X., GAREY, M. V., NOLETO, R. B., & VERDADE, V. K. 2010. Natural History of the Lutz's Frog *Cycloramphus lutzorum* Heyer, 1983 (Anura: Cycloramphidae) in the Brazilian Atlantic Forest: Description of the Advertisement Call, Tadpole, and Karyotype. *Journal of Herpetology*, 44(3), 360–371.

- LÓPEZ, J.A., SCARABOTTI, P.A., GHIRARDI, R. 2011. Seasonal patterns of abundance and recruitment in an amphibian assemblage from the Paraná river floodplain. *Interciência* 36: 538-544.
- MALAGOLI, L., HADDAD, C.F.B., SAWAYA, R. J. 2018. Amphibians of Serra do Mar: diversity and biogeography. Tese de doutorado. Repositorio Institucional Unesp.
- MARTINS, M. & HADDAD, C. F. B. 1988. Vocalizations and reproductive behavior in the smith frog, *Hyla faber* Wied (Amphibia: Hylidae). *Amphibia-Reptilia*, 9: 49–60.
- MITTERMEIER, R.A., TURNER, W.R., LARSEN, F.W., BROOKS, T.M. & GASCON, C. 2011. Global biodiversity conservation: the critical role of hotspots. In: *Biodiversity hotspots: distribution and protection of conservation priority areas*, p. 2–22. Zachos F.E., Habel J.C., Eds., Heidelberg, Germany, Springer.
- MONTEZOL, M. & FERREIRA, A. A. F. 2015. Dinâmica gametogênica em *Rhinella schneideri* (Anura, Bufonidae). <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/316290>.
- MOSAVI, J., VAISSI, S., DASTANSARA, N. & SHARIFI, M. 2017. Effects of temperature on growth, development and survival in larvae of *Pelophylax ridibundus* (Pallas, 1771) (Amphibia: Anura). *Linking Global Warming to Amphibian Development* — 541-546.
- MUÑOZ, M. I., & PENNA, M. 2016. Extended amplification of acoustic signals by amphibian burrows. *Journal of Comparative Physiology A*, 202(7), 473–487.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R. A., MITTERMEIER, C. G., DA FONSECA, G. A. B., & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.
- NALI, R. C. 2012. Biologia reprodutiva de *Bokermannohyla ibitiguara* (Anura, Hylidae) em riachos no sudoeste de Minas Gerais. 82 f. Dissertação - (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro.

- NALI, R. C., ZAMUDIO, K. R., HADDAD, C. F. B., & PRADO, C. P. A. 2014. Size-Dependent Selective Mechanisms on Males and Females and the Evolution of Sexual Size Dimorphism in Frogs. *The American Naturalist*, 184(6), 727–740.
- NAVAS, C. A., BEVIER, C.R. 2001. Thermal dependency of calling performance in the eurythermic frog *Colostethus subpunctatus*. *Herpetologica* 57:384–395.
- OLIVEIRA, I. S. 2015. Análise de múltiplas ameaças à conservação e diversidade de anfíbios. 174 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP.
- OTERO, M.A., BARAQUET, M.I., POLLO, F.E., GRENAT, P.R., SALAS, N.E., & MARTINO, A.L. 2017. Sexual Size Dimorphism in Relation to Age and Growth in *Hypsiboas cordobae* (Anura: Hylidae) from Córdoba, Argentina.
- PATTO, C. E. G., & PIE, M. R. 2001. Notes on the Population Dynamics of *Hylodes asper* in Southeastern Brazil (Anura: Leptodactylidae). *Journal of Herpetology*, 35(4), 684.
- PEREIRA, G., & MANEYRO, R. 2016A. Use of Reproductive Microhabitat by *Melanophryniscus montevidensis* (Anura: Bufonidae) from Uruguay. *Zoological Science*, 33(4), 337–344.
- PEREIRA, G., & MANEYRO, R. 2016B. Movement Patterns in a Uruguayan Population of *Melanophryniscus montevidensis* (Philippi, 1902) (Anura: Bufonidae) Using Photo-Identification for Individual Recognition. *South American Journal of Herpetology*, 11(2), 119–126.
- PEREIRA, G., ABADIE, M., & MANEYRO, R. 2015. Reproductive pattern and dynamics of fat bodies in males of a Uruguayan population of *Physalaemus riograndensis* (Anura, Leptodactylidae). *Studies on Neotropical Fauna and Environment*, 50(3), 213–220.
- POUNDS, J. A., BUSTAMANTE, M. R., COLOMA, L. A., CONSUEGRA, J. A., FOGDEN, M. P., FOSTER, L. P. N., LA MARCA, E., MASTERS, K. L.,



- MERINO-VITERI, A. R., PUSCHENDORF, S. R. RON, G. A. SÁNCHEZ-AZOFEIFA, C. J. STILL, & YOUNG, B. E. 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439:161-167.
- PRADO, C. P. A., & HADDAD, C. F. B. 2003. Testes Size in Leptodactylid Frogs and Occurrence of Multimale Spawning in the Genus *Leptodactylus* in Brazil. *Journal of Herpetology*, 37(2), 354–362.
- PRADO, C. P. A.; HADDAD, C. F. B. 2005. Size-fecundity relationships and reproductive investment in female frogs in the Pantanal, south-western Brazil. *Herpetological Journal*, v. 15, n. 3, p. 181-189.
- PRADO, C. P. A.; UETANABARO, M. & LOPES, F. S. 2000. Reproductive strategies of *Leptodactylus chaquensis* and *Leptodactylus podicipinus* in the Pantanal, Brazil. *Journal of Herpetology*. St. Louis, 34(1):135-139.
- QUIROGA, L.B. & SANABRIA, E.A. 2012. Variation in reproductive parameters of *Rhinella arenarum* (Hensel, 1867) (Anura: Bufonidae) between the reproductive and post-reproductive periods. *Belgium Journal of Zoology*. 142(1):68–73.
- R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- RIBEIRO, M.C., METZGER, J.P., MARTENSEN, A.C., PONZONI, F.J., HIROTA, M.M. 2009. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141–1153.
- ROCHA USUGA, A. A., VARGAS-SALINAS, F., & RUEDA SOLANO, L. A. 2017. Not every drought is bad: quantifying reproductive effort in the harlequin frog *Atelopus laetissimus* (Anura: Bufonidae). *Journal of Natural History*, 51(31-32), 1913–1928.
- RODRIGUES, D. J., UETANABARO, M. & LOPES, F. 2004. Reproductive strategies of *Physalaemus nattereri* (Steindachner, 1863) and *P.*

- albonotatus* (Steindachner, 1864) at Serra da Bodoquena, State of Mato Grosso do Sul, Brazil. *Revista Española de Herpetología* 18, 63–73.
- ROUGE, M. 2002. Counting Cells with a Hemacytometer. <http://www.vivo.colostate.edu/hbooks/pathphys/reprod/semeneval/hemacytometer.html>.
- ROYSTON, P. 1995. Remark AS R94: A remark on Algorithm AS 181: The W test for normality. *Applied Statistics*, 44, 547–551.
- SANTOS, L. R. DE S., FRANCO-BELUSSI, L., & OLIVEIRA, C. 2011. Germ Cell Dynamics during the Annual Reproductive Cycle of *Dendropsophus minutus* (Anura: Hylidae). *Zoological Science*, 28(11), 840–844.
- SANTOS, L. R. S. & OLIVEIRA, C. 2007. Morfometria testicular durante o ciclo reprodutivo de *Dendropsophus minutus* (Peter) (Anura, Hylidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 24.1: 64-70.
- SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 2019. Unidades de conservação. [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio\\_ambiente/unid\\_de\\_conservacao/index.php?p=3339](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/unid_de_conservacao/index.php?p=3339).
- SHINE, R. 1979. Sexual selection and sexual dimorphism in the Amphibia. *Copeia* 1979:297–306.
- SHINE, R. 1988. The evolution of large body size in females. A critique of Darwin's fecundity advantage model. *The American Naturalist* 131:124–131.
- SILVA, F. R., LYRA, M. L., HADDAD, C. F. B. & ROSSA-FERES, D. C. 2017. Expanding the knowledge about the occurrence of anurans in the highest amphibian diversity area of Atlantic Forest: Parque Estadual da Serra do Mar, São Paulo, Brazil. *Biota Neotropica*. 17:2.
- TAN, W.-H., TSAI, C.-G., LIN, C., & LIN, Y. K. 2014. Urban canyon effect: storm drains enhance call characteristics of the Mientien tree frog. *Journal of Zoology*, 294(2), 77–84.
- TITON JR., B., NAVAS, C. A., JIM, J., & GOMES, F. R. 2010. Water balance and locomotor performance in three species of neotropical toads that differ in

- geographical distribution. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 156(1), 129–135.
- TOLEDO, L. F., & HADDAD, C. F. B. 2005. Reproductive biology of *Scinax fuscomarginatus* (Anura, Hylidae) in south-eastern Brazil. *Journal of Natural History*, 39(32), 3029–3037.
- TOLEDO, L.F., ZINA, J. & HADDAD, C.F.B. 2003. Distribuição espacial e temporal de uma comunidade de anfíbios anuros do Município de Rio Claro, São Paulo, Brasil. *Holos Environment* 3:136–149.
- TOWNSEND, D.S. 1986. The costs of male parental care and its evolution in a Neotropical frog. *Behavioral Ecology and Sociobiology*. 19:187–195.
- TSUJI, H., & MATSUI, M. 2002. Male-Male Combat and Head Morphology in a Fanged Frog (*Rana kuhlii*) from Taiwan. *Journal of Herpetology*, 36(3), 520.
- VALENCIA-ZULETA, A., VALDUJO, P.H., MACIEL, N. M. 2017. Occurrence of *Rhinella rubescens* (Lutz, 1925) (Anura: Bufonidae): a toad with distribution strongly predicted by altitude and temperature. *Herpetology Notes*. 10, 79-87.
- VASCONCELOS, T.S., PRADO, V.H., SILVA, F.R., HADDAD, C.F.B. 2014. Biogeographic distribution patterns and their correlates in the diverse frog fauna of the Atlantic Forest hotspot. *PLoS One* 9: e104130.
- WAKE, D.B., VREDENBURG, V.T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105: 11466-11473.
- WELLS, K.D. 1977. The social behaviour of anuran amphibians. *Animal Behaviour*, 25: 666-693.
- WELLS, K.D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago.
- WOOLBRIGHT, L. L. 1983. Sexual Selection and Size Dimorphism in Anuran Amphibia. *The American Naturalist*, 121(1), 110–119.

- YOUNG, J. E., CHRISTIAN, K. A. DONNELLAN, S. TRACY, C. R. & PARRY, D. 2005. Comparative analysis of cutaneous evaporative water loss in frogs demonstrates correlation with ecological habitats. *Physiological and Biochemical Zoology* 78:847–856.
- XIMENEZ, S. DA S., & TOZETTI, A. M. 2015. Seasonality in anuran activity and calling season in a Brazilian subtemperate wetland. *Zoological Studies*, 54(1).
- ZINA, J., & HADDAD, C. F. B. 2006. Ecology and reproductive biology of two species of *Aplastodiscus* (Anura: Hylidae) in the Atlantic forest, Brazil. *Journal of Natural History* 40(29-31): 1831–1840.

## 7- ANEXO

**Tabela 5:** Variação no comprimento rostro-cloacal (mm) e massa corpórea (g), de fêmeas e machos de *Cycloramphus boraceiensis* para as estações chuvosa e seca, no Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo Caraguatatuba (SP). Média  $\pm$  DP (amplitude) e valor de p estatístico referente ao Teste T (\*p < 0,05, \*\*p < 0,01).

<b>Fêmeas</b>	<b>Chuvosa (N=31)</b>	<b>Seca (N=30)</b>	<b>p</b>
CRC (mm)	48,42 $\pm$ 6,71 (31,94-58,16)	40,28 $\pm$ 9,78 (28,40-60,76)	<b>0,0003**</b>
Massa corpórea (g)	11,60 $\pm$ 4,2 (4,57-18,53)	7,73 $\pm$ 5,06 (2,56-21,62)	<b>0,0003**</b>
<b>Machos</b>	<b>Chuvosa (N=33)</b>	<b>Seca (N=28)</b>	<b>p</b>
CRC (mm)	42,01 $\pm$ 3,84 (35,17-51,21)	39,29 $\pm$ 5,94 (29,2-48,93)	0,55
Massa corpórea (g)	8,03 $\pm$ 2,43 (5,17-13,82)	7,39 $\pm$ 2,57 (3,74-12,77)	0,32

